◈ 아름다운 나라, 행복한 미래를 만드는 국토교통부 ◈

국토교통부 부조리신고센터

국토교통부 공무원의 부패행위 또는 부실공사를 알게 되었거나 부패행위를 강요 또는 제의 받은 때에는 국토교통부에 신고할 수 있습니다.

인터넷 신고 국토교통부홈페이지(www.molit.go.kr)부조리신고센터

주 소 세종특별자치시 도움6로 11 국토교통부 감찰팀

전화상담 TEL: 044) 201-3114 FAX: 044) 201-5506

국토교통부

건기연 2014-086

BIM 기술동향 조사 및 도로분야 도입방안 연구

2014

국토교통부

건기연 2014-086

BIM 기술동향 조사 및 도로분야 도입방안 연구

2014. 12.

연구기관
한국건설기술연구원
한국도로공사
한국도로교통협회

KICT 한국건설기술연구원 KOREA INSTITUTE of CIVIL ENGINEERING and BUILDING TECHNOLOGY

ex 한국도로공사

한국도로교통협회

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport

BIM 기술동향 조사 및
도로분야 도입방안 연구

2014. 12.

• 연구기관 /

KICT 한국건설기술연구원

ex 한국도로공사

한국도로교통협회

국토교통부
Ministry of Land,
Infrastructure and Transport

[빈페이지]

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

본 보고서를 2014년 4월 24일 귀부와 계약 체결한 “BIM 기술동향 조사 및 도로분야 도입방안 연구”용역의 최종보고서로 제출합니다.

2014년 12월

한국건설기술연구원 원장 이 태 식

■ 국토교통부 / 연구참여진	국장	김일평	(도로국)
	과장	안정훈	(도로국 간선도로과)
	사무관	최용현	(도로국 간선도로과)
	주무관	곽재진	(도로국 간선도로과)

■ 연구책임자 / ■ 연구수행자	연구위원	최원식	(한국건설기술연구원)
	연구위원	나혜숙	(한국건설기술연구원)
	연구위원	주기범	(한국건설기술연구원)
	전임연구원	김창윤	(한국건설기술연구원)
	선임연구위원	권수안	(한국건설기술연구원)
	팀장	배병훈	(한국도로공사)
	수석연구원	길흥배	(한국도로공사)
	차장	김민철	(한국도로공사)
	차장	박종서	(한국도로공사)
	대리	임기섭	(한국도로공사)
	팀장	최장원	(한국도로교통협회)
	부사장	황인태	(벽산엔지니어링)
	이사	김원식	(벽산엔지니어링)
	대표이사	서기훈	(평화데이터시스템)
	이사	김형섭	(지오씨앤아이)
	대리	최형욱	(지오씨앤아이)

[빈페이지]

목 차

서론 ····· 1

1. 연구 배경 및 목적 ····· 1
2. 연구의 범위 ····· 2
3. 연구 내용 ····· 2

제1장 국내·외 BIM 관련 추진 현황 ····· 3

제1절 도로분야 BIM 도입 환경 및 현황 ····· 3

1. 미래 환경 변화와 전망 ····· 3
2. 주요국 경제 및 과학기술 혁신정책 ····· 8
3. 건설 산업의 패러다임 변화 ····· 13
4. 시사점 ····· 19

제2절 국내외 BIM 발주동향 및 적용사례 ····· 20

1. 토목분야 BIM 발주동향 및 적용사례 ····· 20
2. 건축분야 BIM 발주동향 및 적용사례 ····· 32
3. 국가 및 공공기관 BIM 대응 현황 ····· 42
4. 시사점 ····· 47

제3절 국내외 GIS 등 공간정보 구축 및 개발현황 ····· 48

1. 국내 GIS 등 공간정보 구축 및 개발현황 ····· 48
2. 국외 GIS 등 공간정보 구축 및 개발현황 ····· 67
3. 도로 사업 관련 GIS 공간정보 구축 및 개발현황 ····· 71
4. 시사점 ····· 76

제4절 BIM 연구 및 기술개발 프로젝트 추진현황 ····· 77

1. 국내외 BIM 관련 논문 현황 ····· 77
2. 국내외 BIM 관련 특허 현황 ····· 80
3. 국내외 BIM 관련 프로젝트 추진현황 ····· 81

4. BIM 관련 기술수준 분석 ····· 85
5. 시사점 ····· 87

제5절 BIM 관련 국제표준 추진현황 ····· 89

1. 국내 BIM 표준관련 연구현황 ····· 89
2. 국가별 BIM 표준 현황 ····· 91
3. GIS 관련 국제표준 현황 ····· 97
4. 국제 BIM관련 표준 현황 ····· 100
5. 시사점 ····· 105

제6절 국내외 BIM 관련 법 제도 지침 ····· 106

1. 국내 BIM지침 ····· 106
2. 국외 BIM지침 ····· 120
3. 시사점 ····· 127

제7절 소결 ····· 128

1. 토목분야 BIM 도입 및 GIS 통합·연계 필요성 증대 ····· 128
2. 전세계적인 토목 BIM 도입 추세 ····· 128
3. 토목 BIM 도입 활성화를 위한 정책적 지원 필요성 ····· 129

제2장 도로분야 BIM도입 타당성 분석 ····· 130

제1절 도로분야 BIM 도입의 필요성 및 경제성 분석 ····· 130

1. 도로분야 BIM 도입의 필요성 분석 ····· 130
2. 도로분야 BIM 도입의 경제성 분석 ····· 184

제2절 도로분야 BIM 기술개발 필요성 및 타당성 분석 ····· 192

1. 기술개발(R&D) 필요성 ····· 192
2. 기술개발의 시급성 ····· 222
3. 국고지원의 적합성 ····· 225
4. 기존 기술 및 사업과의 차별성 ····· 227

제3절 BIM 도입 시 공간정보와의 연계활용성 분석 ····· 234

1. 도로분야 BIM에서 공간정보의 필요성 및 활용사례 ····· 234
2. 국내외 공간정보 시장분석 및 산업동향 ····· 241
3. 도로분야 BIM활용 공간정보 및 데이터 연계의 문제점 ····· 251
4. 도로분야 BIM/GIS의 통합·연계 활용성 및 기대효과 ····· 258

제4절 BIM 도입 시 위험요인과 대응방안 분석 ····· 261

1. 서론 ····· 261
2. 위험요인 분석 ····· 261
3. 대응방안 도출 ····· 271
4. 소결 ····· 273

제3장 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안) ····· 274

제1절 도로분야 BIM도입을 위한 단계별 추진로드맵 및 실행계획 ····· 274

1. 도로분야 BIM 도입환경 및 도입현황 ····· 274
2. 비전 및 전략 ····· 312
3. 도로분야 BIM 도입 로드맵 및 실행계획(안) ····· 315
4. 기대효과 ····· 343

제2절 도로분야 BIM도입 관련 법·제도·가이드 개선방안 검토 ····· 349

1. 도로건설공사 관련 법 및 제도의 현황 ····· 349
2. 유사사례를 통해 본 BIM 도입을 위한 법 개정 필요성 ····· 351
3. BIM 조기 도입 및 정착을 위한 관련 법 개정 내용 ····· 352
4. 소결 ····· 356

제3절 도로분야 BIM 기술개발 정책제언 ····· 357

1. 제언배경 ····· 357
2. 제언내용 ····· 360

정리 및 결론 ····· 369

참고문헌 ····· 379

그림차례

그림 1.1.1 우리나라 인구구조 변화 ····· 3
그림 1.1.2 우리나라 중장기 잠재성장률 순위 변화 ····· 4
그림 1.1.3 우리 기업-외국기업 간 국제특허분쟁 현황 ····· 6
그림 1.1.4 우리나라 취업자 및 실업자 수 현황 ····· 6
그림 1.1.5 주요국 거시경제 흐름 ····· 8
그림 1.1.6 미국 혁신 전략의 새로운 이니셔티브 ····· 9
그림 1.1.7 유럽 2020 전략 목표 ····· 10
그림 1.1.8 일본 제4기 과학기술기본계획의 5대 목표 ····· 11
그림 1.1.9 일본 과학기술 정책 변화 ····· 11
그림 1.1.10 중국 과학기술발전 제12차 5개년 계획의 7대 목표 ····· 12
그림 1.1.11 미국 노동 생산성의 변화 ····· 14
그림 1.1.12 정보기술 발전에 따른 건설 분야 효과 ····· 15
그림 1.2.1 가상현실 아바타와 장비 운영 및 가상시뮬레이션 ····· 20
그림 1.2.2 2D 철근 배근도 및 3D 철근 상세 모델 ····· 21
그림 1.2.3 물량산출 및 시공성 검토, 장비 운영 검토 모델 ····· 22
그림 1.2.4 3D 모델링 및 도면 검토와 간섭 체크 ····· 23
그림 1.2.5 3D 지반모델 및 정거장 구조물 가 시설 모델 ····· 23
그림 1.2.6 3차원 구조물 및 철근 모델 ····· 24
그림 1.2.7 웹기반 4D 시스템 1 ····· 24
그림 1.2.8 웹기반 4D 시스템 2 ····· 25
그림 1.2.9 Middle Marsyangdi Powerplant Project ····· 26
그림 1.2.10 Singapore DTL(Down Town Line)(1, 2, 3) Subway 객체 모델 ····· 27
그림 1.2.11 오만 수리조선소 프로젝트 ····· 28
그림 1.2.12 Pump Room 시공사진 / Pump Room Model ····· 28
그림 1.2.13 BIM 솔루션을 이용한 설계도면 ····· 29
그림 1.2.14 두바이 R881/2A 교량 및 도로 시공 프로젝트 ····· 30
그림 1.2.15 R881/2A에 BIM 적용 모델 ····· 30
그림 1.2.16 도로분야 BIM 적용 RDV시스템 및 Civil 3D와 UC-win/Road 적용 ··· 31
그림 1.2.17 지표면 모델링 및 가 시설 흙막이 전개도 ····· 32
그림 1.2.18 타워크레인 간섭체크 ····· 32

그림 1.2.19 용인시민체육공원 조감도 ····· 33
그림 1.2.20 3D 지표면 모델링 ····· 33
그림 1.2.21 설비 및 전기 공사 검토 ····· 34
그림 1.2.22 BIM기반 시공관리 예시 ····· 35
그림 1.2.23 BIM모델과 실제 현장 비교 ····· 36
그림 1.2.24 BIM모델 기반 위치 및 간섭 검토 ····· 36
그림 1.2.25 공사현장 및 BIM모델 ····· 37
그림 1.2.26 BIM기반 오류검토서 사례 ····· 37
그림 1.2.27 경기장 구조모델 및 지붕 구조모델 ····· 38
그림 1.2.28 Freedom Tower BIM사례 ····· 39
그림 1.2.29 Denver Art Museum BIM 사례 ····· 40
그림 1.2.30 유레카 타워 BIM사례 ····· 41
그림 1.3.1 국가공간정보정책 발전과정 ····· 49
그림 1.3.2 지적재조사사업의 비젼 및 목표 ····· 51
그림 1.3.3 지적재조사사업의 단계별 추진과정 ····· 51
그림 1.3.4 국토교통부 V-WORLD 서비스 ····· 52
그림 1.3.5 생활공감지도 Mobile 화면 ····· 54
그림 1.3.6 국토지반정보 통합DB센터의 주요 업무 ····· 59
그림 1.3.7 국가공간정보통합체계 ····· 66
그림 1.3.8 산림청 주제도 구축 현황 ····· 72
그림 1.3.9 환경부 EGIS 제공 주제도 정보 ····· 72
그림 1.3.10 국토교통부 국토지반정보 통합 DB 센터 ····· 73
그림 1.3.11 지하시설물 통합체계 개념도 및 활용사례 ····· 74
그림 1.3.12 서울특별시 토지정보 서비스 ····· 74
그림 1.3.13 토양환경지도 서비스 ····· 75
그림 1.4.1 국내 논문 분석 결과(분야별, 단계별 분류) ····· 77
그림 1.4.2 국내 논문 분석 결과(목적별 분류) ····· 78
그림 1.4.3 연도별 해외 SCI(E) 논문 증가 추이 ····· 78
그림 1.4.4 해외 논문 분석 결과(분야별, 단계별 분류) ····· 79
그림 1.4.5 해외 논문 분석 결과(목적별 분류) ····· 79
그림 1.4.6 국내외 BIM관련 특허 검색 결과 추이 ····· 80
그림 1.4.7 BIM 기술 특허 포트폴리오 동향분석 ····· 80
그림 1.4.8 토목 건축분야 BIM 기술 수준 ····· 85

그림 1.4.9 세부 기술별 BIM 기술수준 ····· 86
그림 1.5.1 JHDM의 개발 일정 ····· 91
그림 1.5.2 OKSTRA 객체 목록의 구성 ····· 92
그림 1.5.3 OKSTRA 관점의 도로망의 정보표현 예시 ····· 93
그림 1.5.4 프랑스 Communic 프로젝트 참여주체 ····· 94
그림 1.5.5 프랑스 COMMUNIC 글로벌 아키텍쳐 ····· 94
그림 1.5.6 LandXML Layer 및 주요 구성요소 ····· 95
그림 1.5.7 Inframodel 개발 현황 ····· 96
그림 1.5.8 OGC Task Force 조직 구성 ····· 99
그림 1.5.9 IFC-BRIDGE V2 엔티티로 표현된 교량 구조물 ····· 101
그림 1.5.10 IFG 프로젝트의 비전 ····· 102
그림 1.5.11 노르웨이의 IFG 활용 시나리오 ····· 103
그림 1.5.12 Open Infra 프로젝트 추진 구성도 ····· 104
그림 1.6.1 3차원 건축설계 지침 목차 ····· 111
그림 1.6.2 건축분야별로 정의한 단계별 산출 도서목록 ····· 112
그림 1.6.3 건설단계별 건설주체의 업무프로세스 정의 ····· 113
그림 1.6.4 3차원 토목설계 지침 목차 ····· 115
그림 2.1.1 세부 공종별 오류 유형 ····· 132
그림 2.1.2 사업 단계별 연계성 비교 ····· 133
그림 2.1.3 해외 및 합계 매출 추이 ····· 139
그림 2.1.4 200대 설계·엔지니어링 업체의 해외 및 합계 매출 증감률 추이 ···· 139
그림 2.1.5 2011년 국내 CAD/CAM/CAE/PDE S/W 총 매출액 ····· 141
그림 2.1.6 국내 주요 S/W 업체별 매출 현황 ····· 142
그림 2.1.7 건설 기술 혁신의 동기 ····· 150
그림 2.1.8 해외 건설 수주액 추이 ····· 153
그림 2.1.9 최근 3년간 상반기 중소기업수주추이 ····· 155
그림 2.1.10 국내·외 업체의 주요 사업 영역 ····· 158
그림 2.1.11 기본 및 실시설계 프로세스 ····· 164
그림 2.1.12 본선 유형별 횡방향 이동 개념도 ····· 166
그림 2.1.13 물량산출 개요도 ····· 166
그림 2.1.14 3차원 설계로 2차원 도면 오류 점검 ····· 167
그림 2.1.15 건설CALS 포털의 구성 ····· 178
그림 2.1.16 건설사업정보 추진 목표 및 전략 ····· 178

그림 2.2.1 세움터의 미래모습 및 예시 화면 ····· 192
그림 2.2.2 조달청의 BIM 추진계획 ····· 193
그림 2.2.3 국토교통부 R&D 중장기전략 및 방향 ····· 195
그림 2.2.4 하이파이브(High Five)전략 ····· 199
그림 2.2.5 국가정보화 비전 및 전략 ····· 203
그림 2.2.6 BIM 전문가 양성 방안 ····· 209
그림 2.2.7 BIM 소프트웨어 개발 개념도 ····· 218
그림 2.2.8 BIM/GIS 기반 건설 공간정보 융합기술 개발 기술로드맵 ····· 227
그림 2.2.9 플랜트·인프라 시설물 설계정보체계 및 건설시뮬레이터 개발 기획연구 개요 228
그림 2.2.10 철도인프라 BIM기반 실무 프로세스 및 수행체계 기술 비전과 내용 229
그림 2.2.11 수자원공사 BIM 마스터 플랜 개요 ····· 230
그림 2.2.12 한국도로공사의 BIM기반 통합운영관리시스템 개념도 ····· 231
그림 2.3.1 일반 도로건설 사업 계획단계 추진 절차 ····· 234
그림 2.3.2 공간정보 Mapping을 이용한 가상현장 구축 및 토공, 구조물 배치 237
그림 2.3.3 입체교차로 구간 램프 및 교량 하부통과 구간 확인 및 경관 시각화238
그림 2.3.4 도로계획 및 토공유동 최적화 ····· 239
그림 2.3.5 3차원 공간정보 연계 가상현장 구축을 통한 경관분석 ····· 239
그림 2.3.6 시공확인측량 좌표 및 레벨 검토 ····· 240
그림 2.3.7 국내 공간정보시장의 주체별 점유율 ····· 241
그림 2.3.8 국내 공간정보산업 추정 예산 및 종업원 수 ····· 242
그림 2.3.9 국내 공간정보정책 시행 연도별 예산 투입 현황 ····· 242
그림 2.3.10 2001년~2010년간 추진된 국가공간정보사업의 분야별 비율 ····· 243
그림 2.3.11 국내 2014년 공간정보정책 시행계획 부문별 예산 투입 분포 ····· 243
그림 2.3.12 국토교통부에서 구축한 V-World ····· 246
그림 2.3.13 위성개발예산 대비 위성활용 예산 규모(2010~2012) ····· 247
그림 2.3.14 GIS분야 해외 주요 시장 규모 ····· 248
그림 2.3.15 세계 위성 서비스 산업 매출액 ····· 250
그림 2.3.16 현 공간정보산업 가치 사슬 ····· 252
그림 2.3.17 IFC 기반 소프트웨어 별 호환성 검토 ····· 262
그림 2.3.18 각사 소프트웨어와 타 소프트웨어 호환성 검토 ····· 263
그림 2.3.19 시범설계 결과 공종별 3D 수량산출 비율 ····· 263
그림 2.3.20 BIM 통합운영관리시스템 구축 ····· 265
그림 3.1.1 우리나라 인구구조 변화 ····· 275

그림 3.1.2 우리나라 중장기 잠재성장률 순위 변화 ····· 275
그림 3.1.3 우리 기업-외국기업 간 국제특허분쟁 현황 ····· 276
그림 3.1.4 우리나라 취업자 및 실업자 수 현황 ····· 277
그림 3.1.5 주요국 거시경제 흐름 ····· 278
그림 3.1.6 일본 과학기술 정책 변화 ····· 280
그림 3.1.7 미국 노동 생산성의 변화 ····· 282
그림 3.1.8 정보기술 발전에 따른 건설 분야 효과 ····· 283
그림 3.1.9 국내 논문 분석 결과(분야별, 단계별 분류) ····· 302
그림 3.1.10 국내 논문 분석 결과(목적별 분류) ····· 303
그림 3.1.11 연도별 해외 SCI(E) 논문 증가 추이 ····· 303
그림 3.1.12 해외 논문 분석 결과(분야별, 단계별 분류) ····· 304
그림 3.1.13 해외 논문 분석 결과(목적별 분류) ····· 304
그림 3.1.14 국내외 BIM관련 특허 검색 결과 추이 ····· 305
그림 3.1.15 BIM 기술 특허 포트폴리오 동향분석 ····· 306
그림 3.1.16 토목 건축분야 BIM 기술 수준 ····· 306
그림 3.1.17 세부 기술별 BIM 기술수준 ····· 307
그림 3.1.18 도로분야 BIM 도입을 위한 비전 및 목표 ····· 312
그림 3.1.19 도로분야 BIM 도입 로드맵(안) ····· 315
그림 3.1.20 도로분야 BIM 도입 실행계획(안) ····· 317
그림 3.2.1 도로건설공사 관련 법·제도의 변천과정 ····· 350

표 차례

표 1.1.1 건설현업의 문제점 ····· 15
표 1.1.2 건설 산업 변화의 촉진 요인별 정부 정책 ····· 16
표 1.1.3 현행 프로세스의 한계 ····· 18
표 1.2.1 발주자 관점의 국내 BIM 지침 및 가이드 비교 ····· 42
표 1.2.2 조달청의 단기 및 중장기 BIM 도입 추진계획 ····· 44
표 1.3.1 국가지리정보체계 주요 응용사업 ····· 49
표 1.3.2 국가지리정보체계 일반 응용사업 ····· 50
표 1.3.3 3차원 GIS 기술개발 추세 및 단계별 특징 ····· 53
표 1.3.4 지방자치단체 Mobile GIS 서비스 주요 활용 사례 ····· 54
표 1.3.5 기관별 Mobile GIS 서비스 주요 활용 사례 ····· 55
표 1.3.6 축척별 지도의 분류 ····· 57
표 1.3.7 목적별 지도의 분류 ····· 57
표 1.3.8 교통정보 운영 센터 ····· 61
표 1.3.9 교통정보 제공 센터 ····· 61
표 1.3.10 인구통계자료 제공 센터 ····· 62
표 1.3.11 7대 지하시설물 활용 현황 ····· 63
표 1.3.12 지하시설물 통합 DB 구축 항목 ····· 63
표 1.3.13 지방자치단체 내부 서비스 ····· 65
표 1.3.14 중앙부처 및 유관기관 서비스 ····· 65
표 1.3.15 대국민 서비스 및 기타 ····· 65
표 1.3.16 국외 공간정보 시장을 선도하는 주요업체 ····· 68
표 1.3.17 수치지형도 제작 및 수정현황 ····· 71
표 1.3.18 토양환경지도의 공간정보 구축 현황 ····· 75
표 1.5.1 ISO/TC 211의 조직 구성 ····· 97
표 1.5.2 ISO/TC 211 분과별 활동에 따른 표준 개발 분야 ····· 98
표 1.6.1 조달청 '시설사업 BIM적용 기본지침서' 구성내용 ····· 106
표 1.6.2 시설사업 BIM적용 기본지침서 관점별 분석내용 ····· 107
표 1.6.3 국토해양부 건축공사 BIM적용 가이드 구성내용 ····· 108
표 1.6.4 건축분야 BIM 적용가이드 관점별 분석내용 ····· 109
표 1.6.5 한국건설기술연구원 건설정보모델 작성·납품 공통기준 구성내용 ····· 109
표 1.6.6 건설정보모델 작성·납품 공통기준 관점별 분석내용 ····· 110

표 1.6.7 3차원 건축설계 지침 관점별 분석내용 ····· 114
표 1.6.8 3차원 토목설계 지침 관점별 분석내용 ····· 119
표 1.6.9 NBIMS 구성 ····· 121
표 1.6.10 핀란드 “Common BIM Requirements 2012” 시리즈 내용 ····· 122
표 1.6.11 덴마크 지침의 구성 ····· 123
표 1.6.12 덴마크 지침의 구성별 항목 ····· 123
표 1.6.13 독일 지침의 구성 ····· 124
표 1.6.14 미국 “GSA Guidelines” 시리즈 내용 ····· 125
표 1.6.15 미국 NIST 지침의 구성 ····· 126
표 2.1.1 총사업비 500억 이상 사업 중 총사업비 대비 5% 이상 설계변경 사업 134
표 2.1.2 세계건설시장 규모와 국내 총생산(GDP) ····· 137
표 2.1.3 업체 국적별 시장 점유율 추이 ····· 140
표 2.1.4 생애주기 및 주체별 상호 호환성 결여에 의한 비용 ····· 143
표 2.1.5 기타 해외 BIM 제도 및 정책 사례 ····· 146
표 2.1.6 네덜란드의 발주방식 변화 ····· 148
표 2.1.7 영국 고속도로청의 발주방식 ····· 149
표 2.1.8 건설기술 혁신 동기 ····· 150
표 2.1.9 글로벌 건설 경쟁력지표 종합 평가결과 ····· 152
표 2.1.10 해외건설 시장 점유율 현황 ····· 153
표 2.1.11 최근 3년간 기업별 수주 추이 ····· 154
표 2.1.12 200대 해외 설계·엔지니어링업체 중 한국업체 현황 ····· 155
표 2.1.13 건설사업 단계별 기술수준 추이 ····· 156
표 2.1.14 국내 설계·엔지니어링 업무와 글로벌 스탠다드 비교 ····· 157
표 2.1.15 2020년 엔지니어링 5대 강국 진입을 위한 추진전략 및 대책 ····· 159
표 2.1.16 운반량 비교 ····· 167
표 2.1.17 토공설계 프로그램 ····· 171
표 2.1.18 교량설계 프로그램 ····· 172
표 2.1.19 터널해석 프로그램 ····· 173
표 2.1.20 BIM도입 활용기반구축 세부 추진과제 ····· 178
표 2.1.21 4대 CORE 전략 및 15대 과제 ····· 179
표 2.1.22 부문별 민원처리 현황 ····· 180
표 2.1.23 합의 해결 현황 ····· 180
표 2.1.24 도로 부문 내용별 민원처리 현황 ····· 181

표 2.1.25 도로의 등급별 보수비 현황 ····· 182
표 2.1.26 경제성 분석과 재무분석 ····· 185
표 2.1.27 도로분야 BIM 도입을 위한 비용 및 편익 ····· 191
표 2.2.1 국내 BIM 발주현황 ····· 194
표 2.2.2 건설부문 R&D 사업 계획 ····· 196
표 2.2.3 교통부문 R&D 사업 계획 ····· 197
표 2.2.4 공통부문 R&D 사업 계획 ····· 198
표 2.2.5 하이파이브(High Five) 추진과제 및 주관부처 ····· 200
표 2.2.6 국가정보화 기본계획 4대 전략별 주요 추진사업 ····· 204
표 2.2.7 BIM 관련 주요 연구 현황 ····· 210
표 2.2.8 BIM 관련 국내 공공기관 발주 현황 ····· 212
표 2.2.9 해외 프로젝트 BIM 적용 사례 ····· 213
표 2.2.10 건축•토목용 BIM 소프트웨어 비교 ····· 214
표 2.2.11 공간정보 기반의 소셜 서비스 플랫폼 구축사업의 개요 ····· 232
표 2.2.12 공간정보 기반의 소셜 서비스 플랫폼 구축사업 세부 과제내용 ····· 232
표 2.3.1 도로노선 선정 시 고려요소에 따른 활용 공간정보 ····· 235
표 2.3.2 도로 시공관련 고려요소 및 활용공간정보 ····· 236
표 2.3.3 도로 시설물 유지관리 관련 활용 공간정보 ····· 237
표 2.3.4 국내 공간정보정책 시행계획 투입예산 ····· 244
표 2.3.5 국내지자체 3차원 공간정보 구축현황 ····· 245
표 2.3.6 아리랑 위성 연도별 국내외 판매금액 ····· 246
표 2.3.7 위성정보활용분야 예산투자 현황 ····· 247
표 2.3.8 국외 공간정보 및 GIS 산업 주요 업체 ····· 249
표 2.3.9 세계 인공위성 제작 시장 ····· 250
표 2.3.10 인공위성 영상자료의 시장가치 전망 ····· 251
표 2.3.11 국내 DB 구축 발주 현황 ····· 253
표 2.3.12 계획 및 설계단계에서의 활용 기대 분야 ····· 259
표 2.3.13 시공 및 유지관리단계에서의 활용 기대 분야 ····· 260
표 2.3.14 공종별 3D 모델링 수량산출 내역 ····· 264
표 2.3.15 국내외 가이드라인 ····· 270
표 2.3.16 BIM 도입 시 위험요인 정리 ····· 273
표 3.1.1 건설현업의 문제점 ····· 284
표 3.1.2 건설 산업 변화의 촉진 요인별 정부 정책 ····· 284

표 3.1.3 현행 프로세스의 한계 ····· 285
표 3.1.4 국내 건축분야 사례 ····· 286
표 3.1.5 해외 건축분야 사례 ····· 287
표 3.1.6 국내 토목분야 사례 ····· 288
표 3.1.7 해외 토목분야 사례 ····· 289
표 3.1.8 도로분야 BIM 도입 필요성 ····· 291
표 3.1.9 시공기술 고도화에 따른 기술적 필요성 ····· 292
표 3.1.10 설계기술 선진화에 따른 기술적 필요성 ····· 293
표 3.1.11 국가 경쟁력 제고에 따른 사회적 필요성 ····· 293
표 3.1.12 정보화에 따른 사회적 필요성 ····· 294
표 3.1.13 국민 편익 관련 필요성 ····· 294
표 3.1.14 비용 편익 분석 자료 ····· 301
표 3.1.15 BIM 도입 시 위험요인 ····· 310
표 3.1.16 BIM 도입 대응 방안 ····· 311
표 3.1.17 지속가능한 BIM 생태기반 조성분야 전략과제 ····· 313
표 3.1.18 창조적 BIM 시장 창출로 글로벌 역량강화분야 전략과제 ····· 314
표 3.1.19 핵심융합기술 신속확보분야 전략과제 ····· 314
표 3.1.20 기획단계 BIM 도입효과 ····· 345
표 3.1.21 설계단계 BIM 도입효과 ····· 346
표 3.1.22 시공단계 BIM 도입효과 ····· 347
표 3.2.1 기존 공공공사 발주제도의 구분 ····· 350
표 3.2.2 도로건설 공사 및 유지관리 업무 관련 법 및 규정 ····· 353

[빈페이지]

서론

1. 연구 배경 및 목적

2000년 이후 국내·외 건설환경 및 기술 패러다임은 3차원 모델링을 활용한 BIM으로 급속히 전환되고 있다. BIM은 Building Information Model의 약자로 3차원 정보모델을 기반으로 시설물의 생애주기에 걸쳐 발생하는 모든 정보를 통합하여 활용이 가능하도록 시설물의 형상, 속성 등을 정보로 표현한 디지털 모형을 뜻한다. BIM 기술의 활용으로 기존의 2차원 도면 환경에서는 달성이 어려웠던 기획, 설계, 시공, 유지관리 단계의 사업정보 통합관리를 통해, 설계 품질 및 생산성 향상, 시공오차 최소화, 체계적 유지관리 등이 이루어 질 것으로 기대되며, 이와 같은 이유로 국내·외 선진 국가의 정부 및 건설회사에서도 BIM 기술을 도입하고자 많은 노력을 기울이고 있다.

하지만, 건축분야의 BIM활성화 노력과는 달리 토목(도로)분야 BIM 관련 기술은 미미한 상태이다. 도로분야의 경우 2012년부터 한국건설기술연구원이 수행한 도로건설사업의 BIM/GIS 연계를 위한 IFC 표준화 연구와 한국도로공사의 BIM 적용 시범사업 등 토목 관련 BIM 연구개발 진행은 초기단계이다. 따라서, 국내 건설시장의 경쟁심화, 해외 글로벌 건설시장에서의 경쟁력 확보를 위한 도로분야 BIM의 조속한 도입을 위해서는 이를 위한 기반체계가 구축되어야 하며, 새로운 BIM 기반의 설계·시공·유지관리 기법 도입에 따른 기술적 난제와 정책적 혼란을 사전에 대비하기 위해서는 관련 기술 개발 및 제도의 정비를 위한 연구가 조속히 이루어 져야 한다.

본 연구에서는 도로설계·시공·유지관리의 효율성 향상을 목적으로, 도로분야에 BIM을 도입하기 위한 기술동향 조사와 기본계획 수립을 목표로 하여 연구용역을 수행하였다. 도로분야 BIM 도입 및 기술력 확보방안을 마련하고, 이를 통해 국내건설시장 침체문제의 해결 및 세계건설시장에서 국내업체가 비교우위를 점할 수 있는 기회를 확보하는 계기가 될 것이다.

2. 연구의 범위

과업지시서의 주요과업내용인 『국내외 BIM 관련 추진현황 조사』, 『도로분야 BIM 도입 타당성 분석』, 『도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획 수립』을 대상으로 하였다.

3. 연구 내용

본 연구의 목표를 달성하기 위하여 다음과 같이 연구 내용을 도출하였다.

① 국내·외 BIM 관련 추진 현황

○ 도로분야 BIM 도입 환경 및 현황
○ 국내·외 BIM 발주동향 및 적용사례
○ 국내·외 GIS 등 공간정보 구축 및 개발현황
○ BIM 연구 및 기술개발 프로젝트 추진현황
○ BIM 관련 국제표준 추진현황
○ 국내외 BIM 관련 법·제도·지침

② 도로분야 BIM도입 타당성 분석

○ 도로분야 BIM 도입의 필요성 및 경제성 분석
○ 도로분야 BIM 기술개발 필요성 및 타당성 분석
○ BIM 도입 시 공간정보와의 연계활용성 분석
○ BIM 도입 시 위험요인과 대응방안 분석

③ 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획

○ 도로분야 BIM도입을 위한 단계별 추진로드맵 및 실행계획
○ 도로분야 BIM 도입 관련 법·제도·가이드라인 개선방안 검토
○ 도로분야 BIM 기술개발 정책제언

제1장 국내 · 외 BIM 관련 추진 현황

제1절 도로분야 BIM 도입 환경 및 현황

1. 미래 환경 변화와 전망*

1.1 저출산 및 고령화

우리나라의 총인구는 감소하는 가운데, 의료수준의 발전등에 따른 평균수명 증가로 고령화가 가속화되고 있다. 이에 따라, 생산가능인구 감소로 경제성장 둔화, 사회부담가중 등 광범위한 부정적 효과 발생이 예상되고 있다.



그림 1.1.1 우리나라 인구구조 변화(통계청, 2010)

2010년 통계청 자료(그림 1.1.1)의 의하면 2050년까지 우리나라의 총인구는 2007년에 비해 12.2% 감소할 것으로 예상되며, 지속적인 노령화에 따라 2026년에는 65세이상 고령인구 비중이 전체 인구의 20.8%에 이를 것으로 전망되고 있다. 이에 따라 현재와 같은 출산율 지속시 2031년 우리나라 잠재 성장률은 1% 수준으로 OECD 34개 회원 국가 중 33위로 예상되고 있다. 따라서 세계 최고 수준인 고령화 속도에 대응하기 위하여 우리나라의 과학기술 정책 역시 생산가능 인구(노동력) 감소에 대응하기 위하여, 과학기술혁신 강화로 노동생산성 보완하고, 국민 건강증진과 고령층 편의성 제고 등을 위한 대책 강화에 힘쓰고 있다.

---

* 상기 내용은 미래창조과학부에서 발간한 제3차 과학기술기본계획(안)(2013~2017)의 일부를 발췌하여 수록하였음

1.2 경제성장 둔화 및 다극화

국제통화기금(IMF)에서는 2014년 기준 세계 경제성장률 전망치를 3.4%로 하향시키는 등 전세계적으로 경제성장이 둔화되고 있으며, 우리나라 중장기 잠재성장률 또한 하락할 것으로 예상하고 있다. 우리나라 잠재성장율의 저하의 대표적인 원인은 생산가능인구의 지속적 감소로, 우리나라의 경우 그림 1.1.2와 같이 OECD 회원국 가운데 연평균 잠재성장률 하락폭(중기 4.3%(2010~2015) → 장기 2.4%(2016~2015))이 가장 클 것으로 예상된다.

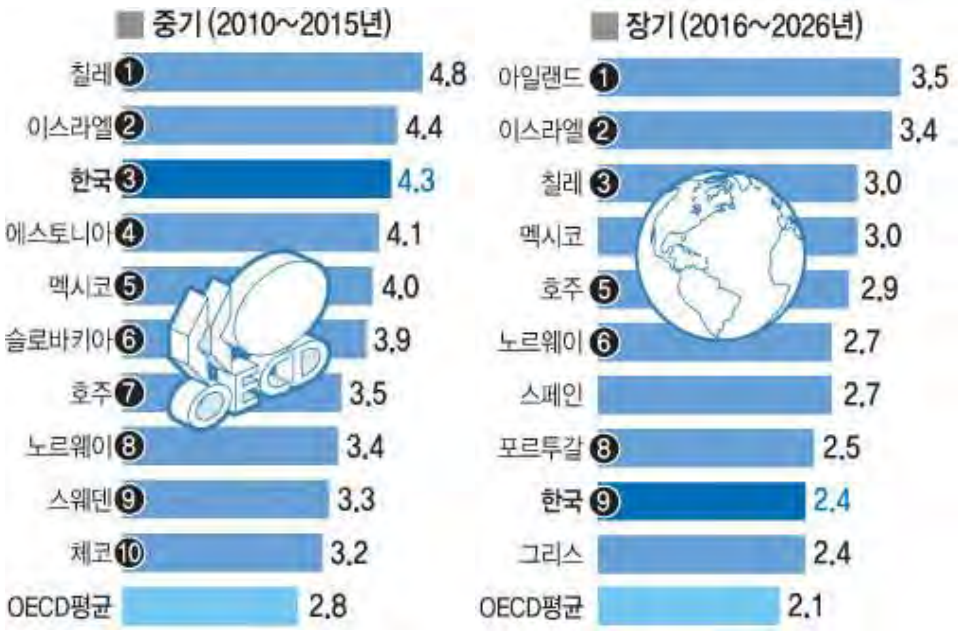


그림 1.1.2 우리나라 중장기 잠재성장률 순위 변화

또한, 중국, 인도를 비롯한 아시아 지역의 급격한 경제성장으로 이들 국가 및 러시아가 세계경제에서 차지하는 비중이 늘어나 2001년 8.3%에서 2010년 17.4%로 증가하여 미국, 일본, 유럽 중심의 세계경제가 다극화되고 있는 추세이다. 뿐만 아니라 배타적인 자유무역협정이 2000년 이후 급속히 증가하여, 우리나라 산업 구조에 많은 영향을 끼치고 있다.

위와 같은 변화에 대응하기 위하여 정부는 잠재성장률 확충을 위한 연구개발에 지속적으로 투자를 확대하고 있으며 아시아, 신흥국, 개발도상국 등 시장을 다변화하고 취약분야 연구개발을 강화하여 대외경쟁력을 제고하는데 힘쓰고 있다.

1.3 에너지, 자원, 환경 문제 가시화

지속적인 유가급등, 자원확보경쟁 심화 등 국제에너지 정세변화로 지속가능한 에너지 수급체제 구축의 필요성이 증대되고 있다. 최근 석유, 천연가스 등 기존 화석에너지 자원의 고갈로 인하여 전 세계적으로 대체에너지, 신재생에너지 연구개발이 강화되어, 대체에너지 생산량 비중이 2007년 세계를 기준으로 18%에서 2035년 23%으로 증가할 것으로 전망된다(U.S. Energy Information Administration 2010).

또한, 지속가능한 성장과 삶의 질 개선을 위한 환경문제 해결에 대한 수요가 증가하고 있다. 우리나라 대기 중 2차 오염물질(미세먼지, 이산화질소, 오존 등)은 대도시를 중심으로 여전히 높은 수준이며, 환경성 질환인 알레르기 비염, 아토피 피부염, 천식 등 환자가 지속적으로 증가하고 있다.

지구온난화 심화는 생활양식과 환경을 빠르게 변화시키는 등 전 세계 위협요인으로 지구차원의 대처노력 증대를 필요로 하고 있으며, 이에 따라, 우리나라 정부는 친환경 에너지 자원분야 기술개발을 통해 지속가능한 에너지 수급체계 기반을 구축하는 등 에너지, 자원 환경문제에 적극적으로 대응하고자 노력하고 있다.

1.4 지재권 분쟁 심화

전 세계적 불황의 지속으로 선진국 연구개발 예산 투입의 지속적 증가가 어려울 것으로 전망되며, 이에 따라 기 개발된 자국기술을 보호하기 위한 견제가 심화되고 있다. 특히 우리나라 기업의 세계시장 진출 확대로 외국기업의 특허공세가 심화되고 있어, 우리 기업의 국제특허분쟁 건수가 그림 1.1.3과 같이 2008년 국제금융위기 이후 급증하고 향후에도 지속적으로 증가할 가능성이 높다.

이에 따라 지재권 분쟁으로 인한 막대한 소송비용 및 손해배상액이 발생하고 있으며, 분쟁기업의 피해규모가 심각해지고 심지어 수출 중단, 판매금지, 기업이미지 하락으로 인한 경제적 피해가 우리 기업 경쟁력 향상에 큰 부담으로 직면하고 있는 실정이다.



그림 1.1.3 우리 기업-외국기업 간 국제특허분쟁 현황

우리나라에서는 이와 같은 문제에 대응하기 위하여 글로벌 기술규제에 대한 정부차원의 대응 및 지원을 확대하고 있으며, 시장선도형 기술을 발굴하고 지식재산권 강화, 중소기업의 지식재산권 보호 지원을 확대하고 있다.

1.5 일자리문제 대두

미국 금융위기와 유럽국가 국가부도 등에서 촉발된 세계경제침체 회복을 위해 주요국 경제활성화 정책 화두의 하나로 일자리 창출이 부각되고 있다. 우리나라도 제조업으로 대표되는 국내 산업의 고용여력이 급감하고 있는 상황에서 상대적으로 고용 여력이 큰 서비스 분야에서도 고용창출이 둔화되고 있다(그림 1.1.4).

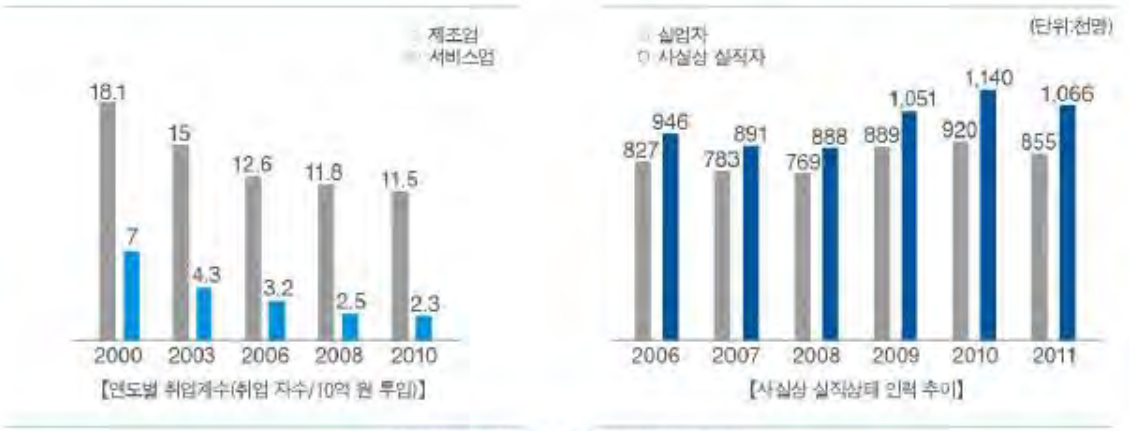


그림 1.1.4 우리나라 취업자 및 실업자 수 현황

위와 같은 일자리문제 해결의 방안으로 연구개발을 통한 해결 필요성이 증대되고 있다. 연구개발은 연구활동 자체의 일자리뿐 아니라, 신제품·신사업 창출과 경제성장을 통한 일자리 창출효과도 매우 큰 부문으로, 기술창업, 연구개발서비스업, 과학문화산업 등 과학기술 연구개발에 기반한 다양한 분야에 일자리 창출이 가능하다. 특히, 연구개발분야의 특성상 비교적 양질의 일자리 창출이 용이하므로 연구개발을 일자리 창출의 새로운 동력으로 주목할 필요가 있다.

따라서 우리나라 과학기술 정책의 방향 역시 과학기술과 ICT융합에 기반한 주력사업 고도화, 신산업 창출을 통한 일자리 창출 확대가 지속되고 있으며, 기술창업, 과학기술 분야 새로운 직업군 창출 등 직접적 일자리 창출정책도 병행하고 있다.

2. 주요국 경제 및 과학기술 혁신정책*

2.1 거시경제 정책

최근 미국, 일본 중국 등 우리나라를 둘러싼 각국 정부는 모두 일자리 창출을 위해 제조업 부활을 강조하고 있다. 미국 정부에서는 법인세 감면, 해외이전 세제 혜택, 근로자 200만명 기술훈련, 제조업 혁신연구기관 15개 이상 설립 등의 정책을 통해 2016년까지 제조업 일자리 100만개 창출을 위하여 노력하고 있으며, 유럽에서는 신산업정책의 일환으로 2020년까지 제조업 비율을 16%에서 20%로 확대하고자 하고 있다. 중장기적으로 신기술 개발과 ICT기술을 접목한 국가 인프라 확충 등 성장기반 구축도 병행하고 있다.

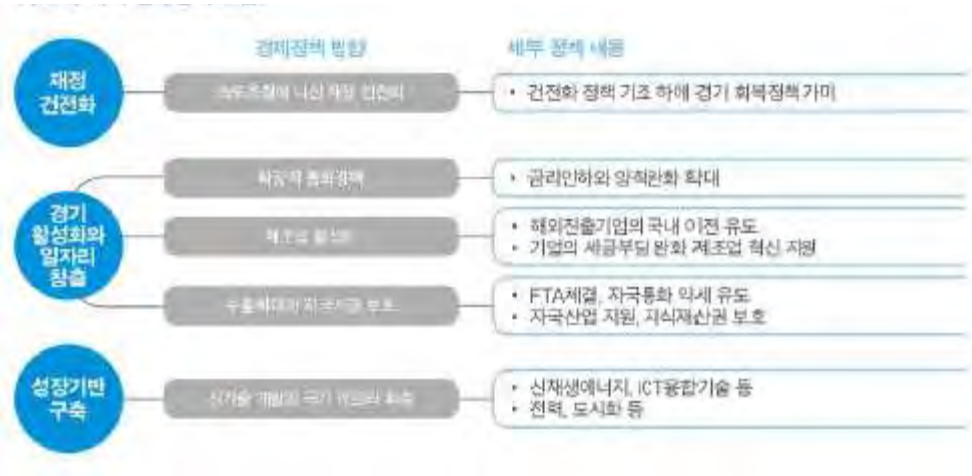


그림 1.1.5 주요국 거시경제 흐름

특히 전 세계적으로 안정적인 경제성장을 견인하기 위하여, 그림 1.1.5와 같이 재정건전화, 경기활성화와 일자리 창출, 성장기반 구축 등을 목표로 정책을 펴고 있으며, 세부 경제 정책의 일환으로 제조업 활성화, 신기술 개발 및 국가 인프라 확충 등을 정책 방향으로 삼고 있다.

---

* 상기 내용은 미래창조과학부에서 발간한 제3차 과학기술기본계획(2013~2017)의 일부를 발췌하여 수록하였음

2.2 각국 과학기술혁신 정책

2.2.1 미국의 과학기술혁신 정책

2011년 미국은 그림 1.1.6과 같이 '미국 혁신 전략'이라는 정책을 통하여 경제성장과 번영 확보를 목표로, 연구 및 실험 세액공제, 지식재산권 보호강화 등 민간혁신투자 역량을 확충하고 투자를 유인하고자 하고 있다.

『미국 혁신 전략』의 새로운 이니셔티브

- (무선 이니셔티브) 5년 내 전국에 초고속 무선망을 이용 가능하게 하고 정보교환이 가능한 공공안전망 구축
- (특허개혁 아젠다) 특허청을 위한 기금조성모델 개발, 특허처리 기간 단축(35개월→20개월)
- (K-12 교육개선 이니셔티브) 교수법 혁신과 초중고 교육개선을 위해 2012년 교육선진연구과제원을 설립, 10년간 10만명 교사 양성
- (청정에너지) 2035년까지 전력의 80%를 청정에너지원으로 제공
- (창업 미국) 기업가 정신고취 및 일자리 창출을 위한 신생기업 육성

그림 1.1.6 미국 혁신 전략의 새로운 이니셔티브

2012년 '변화와 기회: 미국 연구기업의 미래'라는 대통령 보고서를 통해, 새로운 산업 플랫폼 형성을 위한 대학 기초연구 강화, 기업 연구개발 투자 장려 정책 강화등을 목표로 정책을 펴고 있다. 이를 통해 국민소득 대비 총연구개발비 비율을 2009년 2.87%에서 3%로 확대하고 시험연구비 세액공제의 연구화를 주창하였다.

또한 2013년 오바마 대통령의 2기 첫 국정연설(Statement of Union Address)을 통해 세계 인재 유입 강화를 위한 이민법 개정, 미국기업의 해외 생산기지 본국 이전 가속화 정책 등을 통한 일자리 창출과 경제활성화를 강조하였으며 늘어나는 하이테크 인력수요 대응을 위해 대학-기업-창조계층(과학, 기술, 엔지니어링, 수학 중심) 파트너십을 중심으로 새로운 고등학교 교육과정 재설계 등 정부 지원을 선언하였다.

2.2.2 유럽의 과학기술혁신 정책

2010년 유럽은 그림 1.1.7과 같이 '유럽 2020 전략(Europe 2020 Strategy)'이라는 정책을 통하여 연구개발 투자확대 등을 기반으로 한 경제성장과 고용 증대, 에너지 효율성 증대, 교육 강화, 빈곤 퇴치의 동시 실현을 추진하고 있다. 또한 유럽의 금융경제위기를 타계하기 위한 전략으로 스마트 성장(Smart Growth), 지속가능한 성장(Sustainable Growth), 포용적 성장(Inclusive Growth)을 제시하고 있다. 이를 통해 연구개발과 혁신시스템 개혁을 위한 우월성 확보 및 연구주체간 협력·성과 확산, 수학·공학 전공자들의 충분한 공급과 창조성, 혁신, 기업가정신 교육 강화, 문화적 다양성 확보와 창의적 문화산업 육성, 민간 연구개발 촉진을 위한 세제혜택과 금융지원을 포함한 지식확장 추진 등의 전략을 도출하였다.

『유럽 2020 전략』의 목표

- 20~64세까지 인구 75%를 고용하고 EU 국민소득 3%를 연구개발에 투자
- 기후 에너지관련 20-20-20목표를 달성(2020년까지 EU온실가스 배출량을 1990년대비 20%수준으로 삭감, EU에너지 소비량 중 신재생에너지 비중을 20% 수준으로 향상, 효율화에 따른 에너지 소비량을 20% 삭감)
- 중도 퇴학자 비율을 10%미만으로 낮추고 청년층 40%가 학사학위를 취득할 수 있도록 지원
- 빈곤의 위기에 처한 인구 약 2,000만명을 감소

그림 1.1.7 유럽 2020 전략 목표

또한 실험적 도전적 연구를 강화한 '호라이즌(Horizon 2020)' 프로그램을 통하여 기존의 FP(Framework Programme)와 경쟁력 혁신사업(CIP), 유럽혁신연구소사업 통합운영을 추진하고자 하였다. 뿐만 아니라, 연구개발 총 책정예산을 1,025만 유로, 지급가능 금액을 9,720만 유로로 확대하는 정책을 통해 현재 유럽사회가 직면하고 있는 기후변화, 고령화, 글로벌 경쟁, 사회통합 등의 문제 해결을 적극 지원하고 있다.

2.2.3 일본의 과학기술혁신 정책

2011년 일본은 후쿠시마 원전사고 이후 과학기술 정책을 재해로부터의 부흥·재건과 지속적인 성장·발전을 위한 과학기술 정책으로 방향을 수정하였다. 분야별 연구중심에서 '과제 해결형'으로 전환하고 사회와 함께하는 과학 기술 구현에 노력하고자 하였다.

『제4기 과학기술기본계획』의 5대 목표

- 지진 재해로부터 부흥·회복을 통해 지속적 성장 및 사회발전 실현
- 안전하고 풍요로우며 질 높은 국민생활 실현
- 대규모 자연재해 등 글로벌 문제해결에 선도적으로 대응
- 국가 존립기반 과학기술의 유지·발전
- 지식 자산의 지속적 창출과 과학기술의 문화화

그림 1.1.8 일본 제4기 과학기술기본계획의 5대 목표

2012년에는 그림 1.1.9와 같이 '일본재생전략: 프론트에 개척, 공창(共創)'이라는 정책을 통해, 환경 및 에너지, 보건의료, 과학기술과 정보통신, 금융, 관광 및 지역활성화, 아시아 경제 통합, 교육 및 인재 육성이라는 기존 7개 성장동력 분야 외에 중소기업, 농수산물, 국토와 지역의 균형적 발전전략을 신규 추가하였다.

2013년 산업 및 과학기술 부문 아베노믹스 전략을 통해 민간기업 투자확대와 제조업 산업경쟁력 제고를 위해 산업경쟁력 회의를 설치하고, 종합과학기술회 개편을 통해 예산 배분권을 가진 실질적 사령탑으로 강화를 통해 연구개발 성과를 경제성장으로 연결하는 전략을 추진하였다. 또한 경제 성장을 위해 아래 그림과 같이 세계의 프론티어, 일본의 세계 성장센터화, 세계최고의 기개 전략을 제시하였다.



그림 1.1.9 일본 과학기술 정책 변화

2.2.4 중국의 과학기술혁신 정책

2011년 중국은 그림 1.1.10과 같이 '국민경제 사회발전 제12차 5개년 계획'이라는 정책을 통하여 제조업 중심에서 창의성 중심국가로의 전환을 목표로, 경제 구조조정, 과학기술 진보와 혁신, 자원 절약형 사회건설 등을 통한 경제발전 방식 전환 추진 등을 꾀하고 있다. 이를 통해 내수 확대 기반 경제성장 모델 전환을 도모하고 과학기술 진보와 혁신 기반의 전략적 신규산업 육성을 추진하고 있다.

『과학기술발전 제12차 5개년 계획』의 7대 목표

- 연구 개발 투자의 대폭 확대
- 독자 기술개발 능력 제고
- 과학기술과 시장경제 결합도 제고
- 혁신기지 건설
- 과학기술 인재육성
- 과학기술혁신 시스템 및 메커니즘 완비

그림 1.1.10 중국 과학기술발전 제12차 5개년 계획의 7대 목표

'과학기술발전 제12차 5개년 계획'은 과학기술분야에서는 연구개발 투자를 대폭 확대하고, 독자 기술개발 능력을 제고하며, 과학기술인재를 육성하는 것을 주요 골자로 하고 있다.

또한 시진핑 정권에서는 창의를 통해 얻어진 제품의 차별성은 고부가가치를 창출하는데 있어 제품 품질보다 훨씬 더 중요한 역할을 한다는 인식하에, '창의'를 중국 경제성장 방식의 변화를 이끄는 주요 수단으로 인식하고 과학기술 정책을 펼치고 있으며, 2011년 발표한 '제12차 5개년 발전계획'을 통해 국유기업과 중소기업의 양화융합(산업과 ICT융합을 통해 선진화를 실현)을 기반으로 과학기술 정책을 중점적으로 수행해 나가고 있다.

3. 건설 산업의 패러다임 변화*

3.1 건설산업의 동향

건설 산업은 가장 오랜 산업적 전통을 가진 장수 산업으로서, 사회 환경과 과학기술상의 모든 첨단적 변화의 과정과 발전의 결과를 수용하고, 사회적 요구에 부응하여 인간 활동을 지원하는 건축물과 도로, 철도, 항만, 댐 등의 토목 기반 시설을 건설하는 기능을 담당하고 있다. 건설 산업은 정보를 종합관리하는 산업으로서 사업주가 직접 공사에 관계되는 설계자, 목수, 주변시민, 거리, 지역, 도시 등 모든 주, 객체와 광범위에 걸쳐서 일일이 소통하면서 공사를 진척시켜 가는 산업이다. 우리나라 1950년~1980년대에는 경제적 성장을 위한 개발우선정책에 따라 국토개발계획을 중점적으로 추진하여 왔으며, 1990년~2000년에는 환경관리정책의 중요성이 대두됨에 따라 국토개발과 환경관리가 항시 대치되어 왔다. 21세기인 현재로서는 국민들의 경제적 성장 및 삶의 질 향상으로 국토개발과 환경보전의 통합적 추진이 이슈가 되고 있어 이제 공공건설부문에서도 시대적 변화에 발맞추어 국민들의 목소리에도 귀를 기울여야 한다.

3.2 건설 노동 생산성에 대한 심각한 문제 발생

그림 1.1.11에서 알 수 있듯이 1964년 이후 농업을 제외한 다른 산업의 노동생산성은 급속히 올라간 반면 건설 산업의 노동생산성은 서서히 퇴보하고 있다. 40년 동안 비농업산업의 노동생산성은 2배 이상이 된 반면, 건설 산업의 노동생산성은 1964년에 비하여 10%가 감소하였다.

---

* 상기 내용은 한국수자원공사에서 발간한 K-water 설계·시공기술 선진화 방안(BIM도입) 컨설팅보고서의 일부를 발췌하여 수록하였음

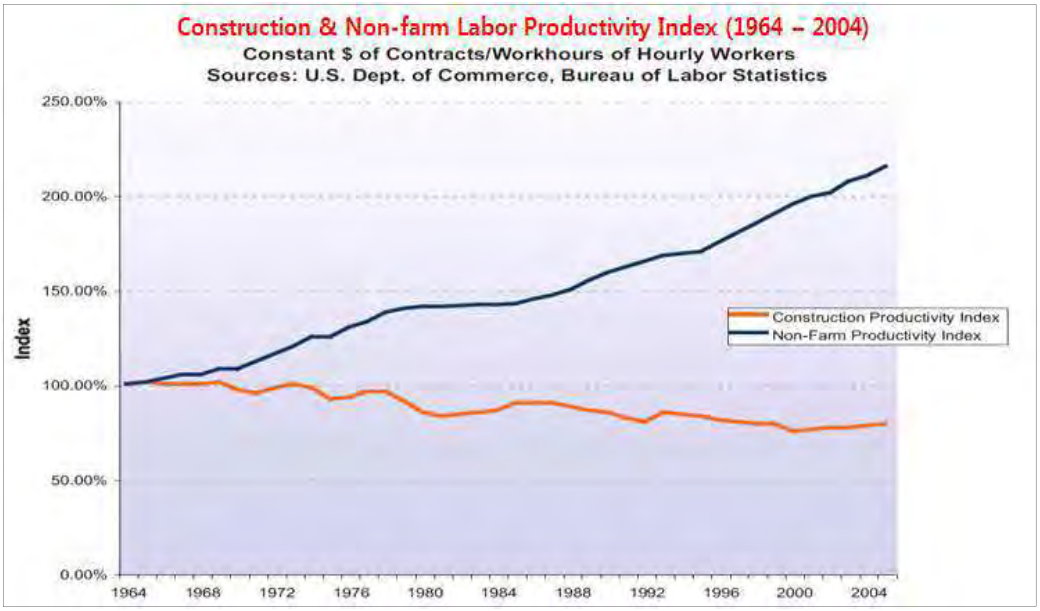


그림 1.1.11 미국 노동 생산성의 변화

1997년 영국 정부의「이건 리포트」를 보면 건설 산업이 다른 산업에 비해 이윤이 적고 오류로 인한 손실이 많으며, 교육 및 연구개발에 투자가 적은 심각한 문제를 갖고 있다. 이를 극복하기 위해서 통합된 건설 프로세스와 리더십을 바탕으로 건설비용과 기간을 연 10% 줄이고, 오류를 연 20% 줄여가자는 것이 골자이다. 영국의 이코노미스트지는 건설사업 과정 속에서 30%의 재시공이 이루어지고 있으며, 60%의 노동력 손실과, 10%의 자재 낭비가 항시 발생하고 있다고 하였다. 이러한 손실은 정보전달 체계 부족과 설계오류, 그리고 그에 대한 수정 과정 내에서 발생하고 있다고 분석하고 있다. 미국의 NIST(미국국가표준기술원)는 건설과정 중 설계변경, 품질저하, 협업부족, 법적소송 등의 요인으로 엔지니어링 시간의 40%는 정보를 찾고 입증하는데 소요되고 프로젝트 비용의 30%가 부족한 의사소통으로 인해 낭비된다고 분석하고 있다. 정보가 계획, 설계, 시공, 운영단계까지 순환체계를 갖는다면, 그림 1.1.12와 같이 건설사업 공정상 50%의 시간 절약과 14%의 유지관리 비용이 절감될 것이라는 분석 제시하고 있다.

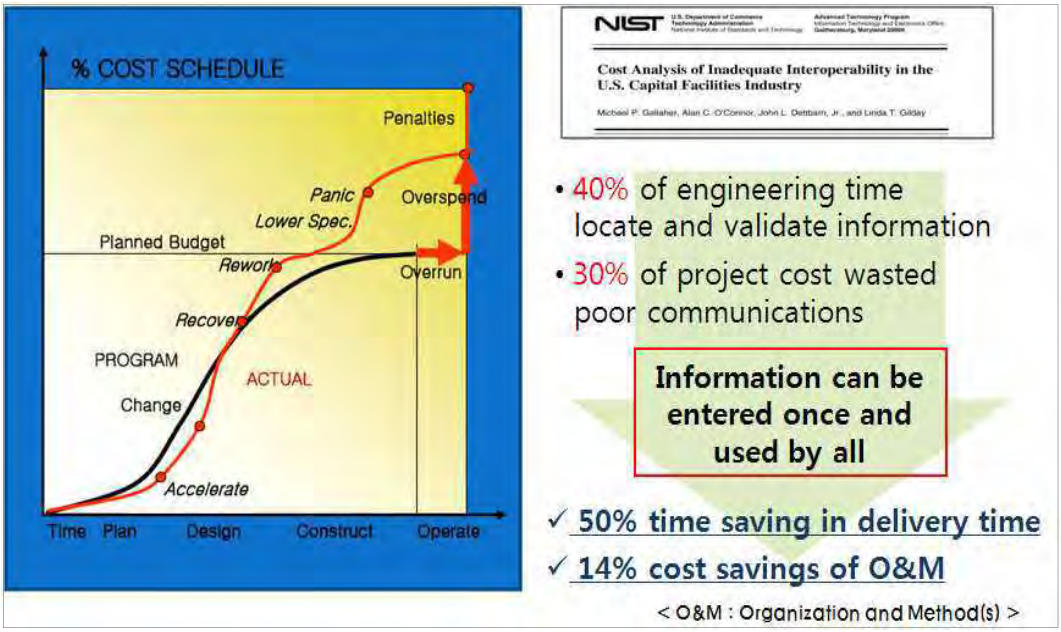


그림 1.1.12 정보기술 발전에 따른 건설 분야 효과

3.3 건설 현업의 문제점

건설 산업의 경우, 많은 사업자가 참여하는 큰 프로젝트에서 의사소통을 원활히 하기 위해서는 2D 캐드 도면을 쓰는 방식으로 돌아가야 하는 경우가 종종 있다. 제조업의 경우, 같은 파트너와 협업을 하는 경우가 많으나 건설프로젝트의 경우 매번 다른 협력업체끼리 작업하다가 해산하는 경우가 일반적인 결과로 경험을 통해 의사소통을 향상시켜 나갈 가능성이 적거나 없다. 표 1.1.1은 의사소통 문제와 더불어 건설현업에서의 문제점들을 정리한 것이다.

표 1.1.1 건설현업의 문제점

문제점	세부요인
구조물 거대화 및 복잡화	▪ 기술 발달로 구조물 구성자재 정보, 도면, 문서의 급격한 증가 ▪ 구성자재의 이력 및 표준자재의 실시간 파악·관리 난이
수평적인 업무환경	▪ 설계.시공이 분리되어 상호 협업이 어려움 ▪ 설계단계에 시공성 고려 미흡으로 시공 시 문제점 발생
IT 기술 적용의 더딤	▪ 2차원 문서 및 도면 기반에서 3차원 기반 환경으로 전환 시점 ▪ 수작업 설계변경/승인, 도면/문서 배포로 업무의 비효율
통합적인 관리 부재	▪ 공사기간이 늘고 프로젝트 절차 및 정보의 효과적 관리 난이

경쟁력이 커지고 있는 글로벌화 압력에 대응하기 위해서는 선진업체들이 다른 업체보다 더 빠르고 효율적으로 일할 수 있도록 변화를 일으켜야 할 것이다.

3.4 부처 차원의 추세

국토교통부의 제5차 건설기술진흥기본계획은 “건설기술 한류로 여는 5대 건설강국”이라는 비전 아래, “건설기업 설계경쟁력 세계 10위”와 “건설엔지니어링 해외 수주비율 5%”를 목표로, 3대 전략, 7개 분야의 추진과제를 제시하고 있다.

또한 건설시장, 인력, 기술 측면에서 변화 촉진요인과 이에 대비한 과제를 표 1.1.2와 같이 제시하고 있다.

표 1.1.2 건설 산업 변화의 촉진 요인별 정부 정책

구분	변화 촉진 요인	건설기술진흥기본계획 추진과제(국토부)
건설시장	▪ 국내 신규 건설시장 축소에 따른 O&M 중심의 시장 재편 ▪ 고비용·저효율화 구조에서 고부가가치의 비용.고효율화 구조로 개선 ▪ 해외건설 진출(수주) 증가로 선진 건설기술의 활용 확대	▪ 유지관리 과정의 취약요소를 D/B화하고 이를 피드백하는 선순환적 유지관리 촉진 ▪ 전방위적 건설엔지니어링 해외진출 지원체계 구축 ▪ 해외 ENG 수주역량 강화를 위하여 프로젝트 타당성 조사
전문인력	▪ 노동집약화 세대에서 글로벌 정보화 세대로의 전문인력 재편 ▪ 기술 중심의 시장 경쟁 체제에 대한 전문 인력 관리의 필요성 증대	▪ 글로벌 산업 환경에 맞는 인력관리 ▪ 국가 간 전문인력 교류 및 인정범위 확대 ▪ 미래유망 산업과 해외사업에 필요한 전문교육 확대 및 해외현장훈련 지원
건설기술	▪ 2차원 문서 및 도면 기반의 업무 환경에서 3차원 기반 환경으로 전환 ▪ 건설정보의 실시간 확인 및 효율적인 관리를 위한 체계 구축의 필요성 증대 ▪ IT 융합기술의 필요성 증대 ▪ 개별 기술 의존형에서 통합 기술 관리 시스템화로 발전	▪ 건설 全분야 BIM도입 기반을 마련하고 건설정보체계의 활용범위 확대 ▪ 시설물 자산가치 평가기법과 BIM기술을 연계하여 생애주기(LC)기반의 ‘스마트 유지관리’확립 ▪ 정보표준화 및 정보통신기술 융복합 연구

3.5 건설시장의 요구

건설시장에서는 기술력을 비롯한 고도의 관리시스템 제공과 목적물의 완성에 있어 단순 시공에서 계약 및 인허가, 설계 관리영역 등 시공을 위한 준비단계와 사후관리 영역까지 확대하여 수반되는 모든 Process의 신속함과 정확성을 요구하고 있다. 프로젝트가 대형화, 복합화되고 있으며, 디자인의 고도화, 비정형화 요구를 수용할 수 있는 기술과 관리시스템이 요구되고 있는 실정이다. 따라서, 현재 건설 산업은 단순 용역을 제공하는 기존의 패러다임을 넘어선 첨단 기술과 예술이 결합된 종합 Service Package를 제공할 수 있는 Total Solution Provider가 되기를 요구하고 있다.

3.6 현행 건설프로세스의 문제

최근 국내에서 새로운 건설기술을 요구하는 공공발주 사례가 증가하고 있지만 프로젝트 비용 산출근거의 불명확성, 정확한 도면산출이 어려운 구조물 증가 추세, 도면불일치 및 낮은 생산성, 물량 산출근거의 불명확성, 시공 품질의 저하, 건설 프로젝트의 대형화로 인한 전체 프로세스 이해의 어려움 등의 문제가 발생하고 있다. 다음의 표1.1.3은 프로세스 한계에 따른 문제점을 정리한 것이다.

표 1.1.3 현행 프로세스의 한계

구분	내용
프로젝트 비용 산출근거의 불명확성	▪ 실제 시설물과 도면·물량산출서의 비교·확인이 어려움 ▪ 정확한 프로젝트 비용 산출이 불명확함 ▪ 불명확한 프로젝트 비용은 곧 발주자의 리스크로 부담
정확한 도면산출이 어려운 구조물 증가 추세	▪ 비정형/곡면 구조물 증가 추세 ▪ 설계자의 직관적인 능력에 의존한 2차원 도면의 정확성을 담보하기 어려워 건설 업무 리스크 증가
도면불일치 및 낮은 생산성	▪ 각기 다른 주체들로부터 개별적으로 작업된 도면이 서로 상이함에 따라 도면품질의 저하가 야기됨
물량 산출근거의 불명확성	▪ 기존의 물량 산출 작업은 대부분 수작업에 의존하며 이로 인하여 산출 오류 발생 가능성이 존재함
시공 품질의 저하	▪ 단순히 2D 도면으로는 오류 파악이 불가능하고 재시공, 공기지연으로 인하여 시공 품질 저하가 우려됨
건설 프로젝트 대형화로 전체 프로세스 이해의 어려움	▪ 대형화·복합화된 건설프로젝트에 대한 요구사항 증가 및 복잡화

이러한 변화에 대응하기 위해서는 IT를 접목한 건설 Solution의 개발과 주요 공종의 핵심기술 확보 및 첨단기술 확보가 필요하다.

4. 시사점

4.1 양질의 일자리 창출 및 확대를 위한 과학기술정책 추진

미국, 일본, 중국 등 주요국은 일자리와 경제성장을 최우선 국정과제로 두고 과학기술 혁신을 강화하고 있다. 특히 미국은 '대학-기업-창조계층(과학, 기술, 엔지니어링, 수학 중심)파트너십'을 중심으로 '직업-기술교육 연계 모델'을 본격적으로 추진하고 있다.

4.2 장기적 혁신역량강화를 위한 연구지원 강화

전 세계적으로 연구를 통한 새로운 산업 플랫폼, 기획 단계에서 상용화를 고려하는 체계적 기획, 새로운 산업 창출을 위한 기초연구 등 전략적 연구를 강조하고 있다. 민간기업의 연구개발 투자 확대, 세계 우수기업과의 교류·제휴 등 최고의 기업경영환경을 제공하기 위한 기업과 연구개발 관련 세제지원 강화 등에 정책적 노력을 기울이고 있다. 이를 통해 보면, 과학기술 투자와 경쟁력 향상, 세계적 수준의 인력양성을 통한 지속적 국가 혁신역량 강화가 필요하다. 또한 정부·민간, 산·학·연 협력 강화가 주요 이슈로, 정부는 기업하기 좋은 환경을 제공하는 등 혁신기반 강화에 노력하여야 할 것이다.

4.3 건설산업의 패러다임 변화에 적극적 대응

우리나라의 건설산업은 지속적으로 건설생산성 향상을 위한 노력을 기울여 왔으며, 정부에서는 건설경쟁력 강화를 위해 건설기술 경쟁력 기반구축, 건설단계별 '소프트' 역량강화, 글로벌시장을 겨냥한 역량 결집 등을 전략으로 정책을 펼치고 있다. 또한 비정형, 대형화, 복합화되고 있는 건설 시장에서 우위를 점하기 위하여 첨단기술 융합을 통한 프로세스 혁신이 필요할 것이라 판단된다.

제2절 국내외 BIM 발주동향 및 적용사례

1. 토목분야 BIM 발주동향 및 적용사례

1.1 국내 토목분야 사례

1.1.1 호남고속철 제2-4공구

국내 토목분야에 BIM을 적용한 대표적인 사례중 하나인 호남고속철도 프로젝트는 2006년에 착공하여 2017년 완공 예정으로, 실시설계 기간이 짧고 대상현장의 주변민원이 산재되어 있는 어려운 프로젝트 중 하나이다. 이 프로젝트의 경우 호남고속도로를 횡단하는 등 여러 가지 위험요소가 있어 이를 해결하고 효율적이고 체계적인 작업관리를 위해 그림 1.2.1과 같이 BIM 공사관리 통합시스템을 개발하고 전체공사 구간 중 10km에 달하는 현장에 BIM을 적용하여 공사의 입체관리, 시간별 공정, 공사비 산출 등의 효과 등을 얻고 있다(쌍용건설 기술연구소 2010).



그림 1.2.1 가상현실 아바타와 장비 운영 및 가상시뮬레이션(쌍용건설 기술연구소 2010)

1.1.2 제 2 돌산대교

전남 여수의 돌산대교는 국내 최초의 콘크리트 엣지 거더 사장교로서 2005년 8월에 착공되어 60개월의 작업기간이 소요되었다. 이 교량은 콘크리트 사장교 보강형의 복잡한 부재배치 및 풍하중에 대한 저항성을 높이기 위한 외측에서 중앙부로의 경사 변경, 보강형 케이블 정착구와 쉬스관 연결 등 복잡하고 어려운 작업이 많아 공사 정확도를 높이고, 사전에 공기지연을 방지하기 위해 BIM을 적용하였다(그림 1.2.2).

이 프로젝트에서 BIM을 활용한 부분은 먼저 그림 1.2.2와 같이 캐드로 작성된 2차원 도면으로부터 전체 철근 및 쉬스관을 3차원으로 모델링하여 철근 배근도를 생성하고 철근끼리의 간섭과 철근과 쉬스관의 간섭을 검토하여 오류를 해결했다.

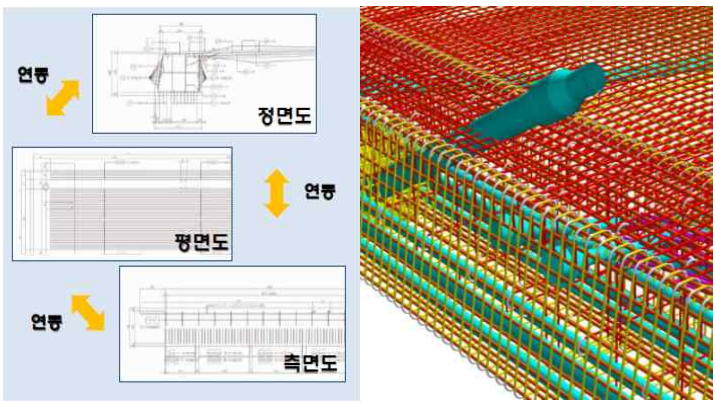


그림 1.2.2 2D 철근 배근도 및 3D 철근 상세 모델

(자료출처 : 동일엔지니어링)

이외에도 사전 시공성 검토를 통해 시험제작비 및 추가 재료·가공비를 절감하였으며, 사전에 장비 운영을 시뮬레이션하여 공기단축 등의 효과를 얻을 수 있었다. 이 사례에서 BIM이 이용된 세부 분야로는 3차원 모델 생성, 3차원 철근 배근도 및 2차원 도면 생성, 2차원 도면 오류수정, 철근 및 기타 부속장치 부재 간 간섭 검토와 작업성 검토, 사전 장비운영 시뮬레이션, 디지털 시험제작, 부재의 위치 대안, 성과품의 적정성 검토, 개략공정 시뮬레이션으로 3D 부분에 집중되어 있으며 사용 솔루션으로는 Bentley사의 Microstation을 이용하였다.

1.1.3 금강2교

세종시 내에 위치한 금강2교는 총연장 880m의 비대칭 곡선주탑 강합성 사장교의 주경간교와 소수주형 Narrow Box 교의 접속교로 구성된 교량으로 대림산업에서 기 개발한 비용-공정 통합관리시스템(EVMS)에 BIM을 활용하여 그림 1.2.3과 같이 3D뿐만 아니라 4D와 5D를 본 프로젝트에 적용하였다.

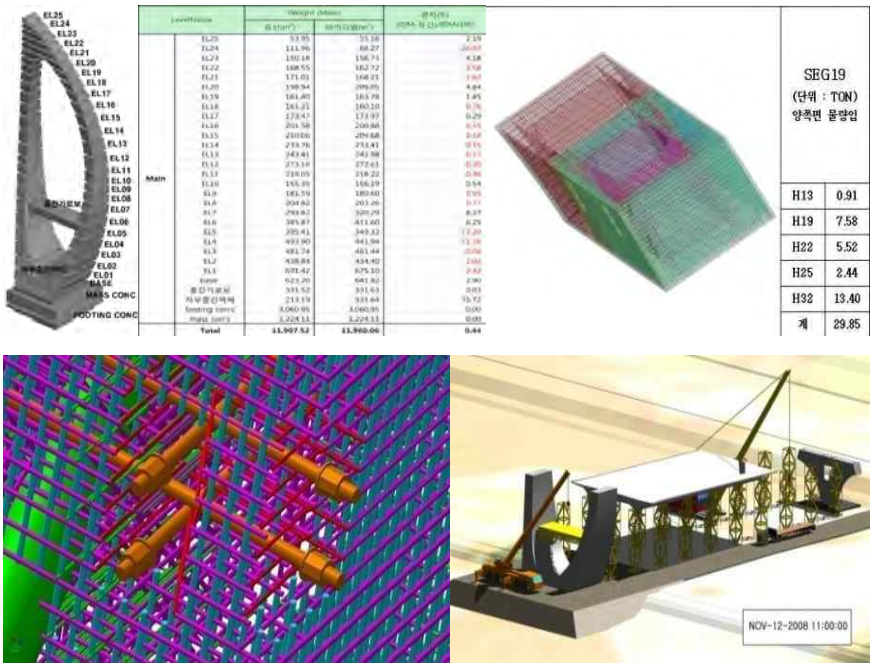


그림 1.2.3 물량산출 및 시공성 검토, 장비 운영 검토 모델

(자료출처 : (주)IDM)

이 프로젝트에서는 BIM을 이용하여 2차원 도면에는 표현되지 않았던 각 부재의 종단경사 및 정착구와 철근과의 간섭을 3차원 도면과 모델링을 통해 수정하였고, 자재의 수량산출 및 시공성 검토, 설계 성과품 검토 등이 수행되었다.

그림1.2.3은 물량산출 및 시공성 검토, 장비운영 검토를 위한 모델이며 BIM을 활용한 세부분야를 살펴보면 3D 모델 생성, 2D 도면 오류검토 및 수정, 철근 및 콘크리트 물량산출, 철근 및 콘크리트 등 객체 간 간섭검토, 시공성 사전 검토, 공정관리, 공사비 관리, 설계성과품 검토 등으로 4D, 5D 부분에도 적용했으며 모델을 생성하기위한 솔루션으로는 Autodesk 사의 Revit Architecture를 사용했으며 4D-5D에는 자체 개발한 EVMS 시스템을 이용한 것으로 분석되었다.

1.1.4 서울 지하철 9호선

2001년 착공된 서울 지하철 9호선 프로젝트는 김포공항부터 방이동을 잇는 공사로서 비정형화된 형태의 구조물, 다량의 가 시설 및 구조물들의 간섭 공종, 설계 및 시공의 유동성 등을 고려하여 시공오류 및 설계변경의 최소화, 비용절감을 목적으로 설계단계, 시공단계에 BIM을 적용하였다.

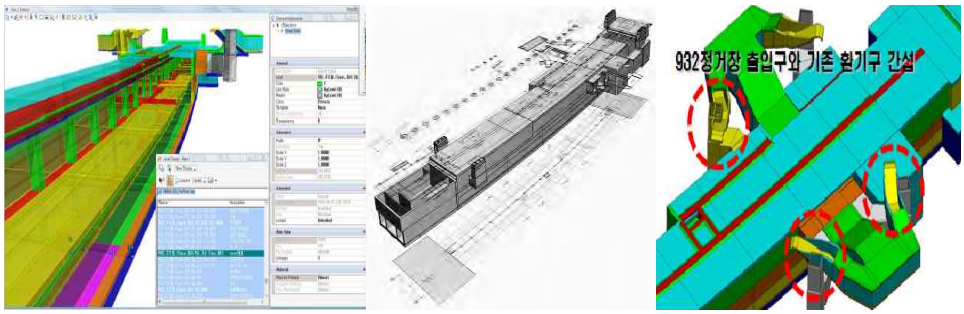


그림 1.2.4 3D 모델링 및 도면 검토와 간섭 체크(김성훈 외 2011)

그림 1.2.4는 본 프로젝트를 위해 생성한 3D 정보모델과 2D 도면의 오류를 검토하는 사례를 보여준다. 이 예에서는 정거장 출입구와 환기구의 구조물 간섭 등 설계단계에 파악하지 못했던 오류를 BIM을 이용하여 파악하고, 착공 준비단계에 도면을 수정하여 공사 중 발생 가능한 설계변경 등을 사전에 제거할 수 있었다. 그리고 지반여건을 분석하기위해 그림 1.2.5와 같이 보링데이터를 이용하여 상세모델을 구축하여 시공 계획단계에 활용하였으며 정거장 구조물 가 시설을 3D로 모델링하여 시공성을 검토하였다.

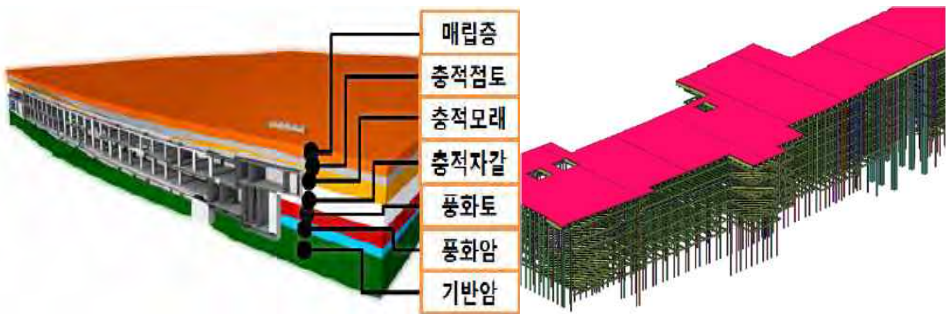


그림 1.2.5 3D 지반모델 및 정거장 구조물 가 시설 모델(김성훈 외 2011)

1.1.5 포항 영일만 남방파제 축조공사

포항 영일만 남방파제는 총 1.3km(1, 2공구 포함) 항만공사로, 2011년 착공하여 총 33개월에 걸쳐 수행되었다. 이 중 2공구는 GS건설이 수주하여 시공 중에 있으며, 2가지 타입의 방파제 케이슨 구조물 시공이 주요 공종으로 그 규모가 각각 아파트 1개동에 해당하는 상당한 철근과 콘크리트 물량이 투입된다(그림 1.2.6).

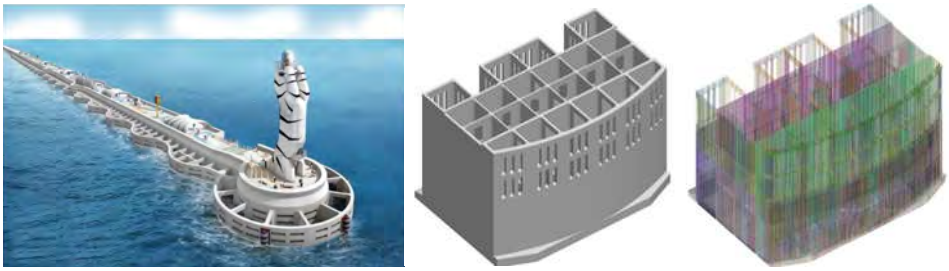


그림 1.2.6 3차원 구조물 및 철근 모델(자료출처 : SK 건설, 2012년 BIM 학술 발표회지)

특히 전체 공사비의 상당부분이 철근공사로서 본 프로젝트에서는 철근배근 합리화 및 원가절감 방안을 모색하기 위하여 BIM기법 중 3차원 철근 정보모델을 이용하였다. 짧은 공기로 인하여 다양한 종류의 장비가 동시에 투입되어야 하는 공정을 보다 효과적으로 관리하기 위하여 기존 4D 시스템(그림 1.2.7)에 장비 투입을 반영함으로써 구조물의 계획일자별 관리뿐만 아니라 장비 투입도 함께 관리할 수 있는 시스템을 개발하였다.

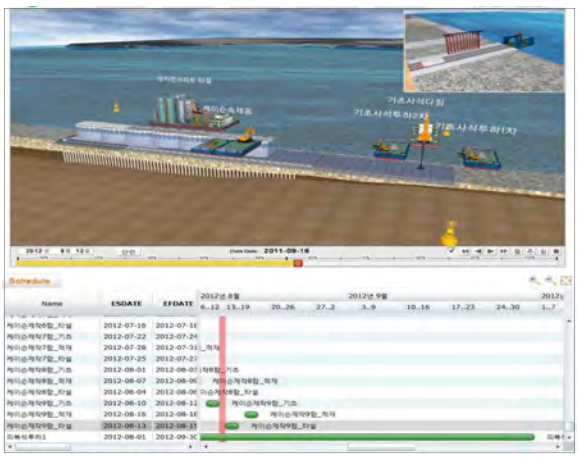


그림 1.2.7 웹기반 4D 시스템 1(자료출처 : SK 건설, 2012년 BIM 학술 발표회지)

1.1.6 보현산 다목적 댐

댐 구조체의 타설 블록별 체계적인 공정관리가 전체 공기에 큰 영향을 미치기 때문에 3D 뿐만 아니라 4D 시스템을 통한 효과적인 공정관리 시스템을 적용하였다. 그림 1.2.8과 같이 개발된 4D 시스템은 Primavera와 연계되어 인터넷을 통해 현장에서 직접 사용할 수 있어 체계적인 공정관리가 가능하다. 이외에도 그림 1.2.8과 같이 4D 시스템과 함께 다양한 시뮬레이션 기능도 포함함으로써 경관 및 이용자의 편의성을 가상공간에서 실제와 같은 체험을 통해 사전에 검토하는데 이용되었다.



그림 1.2.8 웹기반 4D 시스템 2

(자료출처 : 2011 기술사 협회지)

1.2 국외 토목분야 사례

1.2.1 네팔(발전소)

네팔의 카트만두에서 서쪽으로 170km 떨어진 곳에 위치한 Middle Marsyangdi 발전소 프로젝트는 댐, 지하통로, 6km 길이의 도수로, 여러 service 건물 등 다양한 구조물들이 지상과 지하에 놓이는 형태로, 시공 단계별로 각 구조물의 정확한 접속이 요구되는 공사였다(그림 1.2.9). 이를 위해 DYWIDAG System International(DSI)에서는 프로젝트 계획단계에 BIM을 적용하여 복잡한 구조물들을 3차원으로 모델링하고 간섭검토 및 시설물위치 등 시공성 검토와 토공, 콘크리트, 철근의 수량 등을 산출하였으며 시공 단계별 공정을 시뮬레이션함으로써 시공성을 향상할 수 있었다.

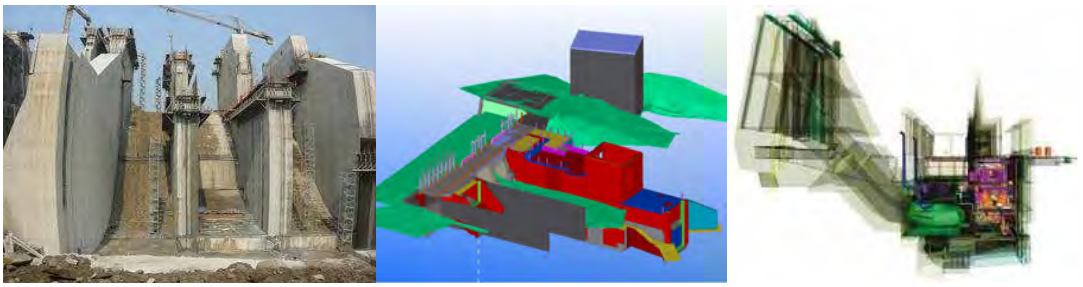


그림 1.2.9 Middle Marsyangdi powerplant project

이 프로젝트에서 BIM이 적용된 세부분야로는 개략일정 시뮬레이션, 지형분석, 3D 모델링, 지형 및 토공 분석, 객체간섭 검토, 지형 및 수계분석, 유역면적 산출, 토공 및 선형 검토, 표고 및 경사 분석, 진도관리 및 시공시뮬레이션 등으로 주로 3D부분이며 철근의 배근 및 조립과 수량 산출을 위해 Allplan 솔루션을 이용한 것으로 나타났다.

1.2.2 싱가폴(지하철)

싱가폴 LTA(Land Transport Authority)에서 발주한 이 프로젝트는 원활한 교통흐름 유지, 수로우회 계획 등이 고려되어야하는 공사로서 외벽의 두께가 두껍고 내부에 포함된 철근의 양이 타 지하철 공사에 비해 많이 소모되는 특징이 있다. 프로젝트 발주 방식은 시공자가 설계도면을 수령하여 수량과 공사비를 직접 산출하고 설계 개선 사항이 있을 경우 개선사항을 포함시켜 입찰하는 방식으로써 2차원 설계도면을 시공자가 전달받아 BIM으로 재 모델링(그림 1.2.10)하여 2차원 설계도면의 오류를 검증하고 BIM 모델로부터 산출되는 수량을 공사비 산출에 활용하는 작업이 포함되어 있다.

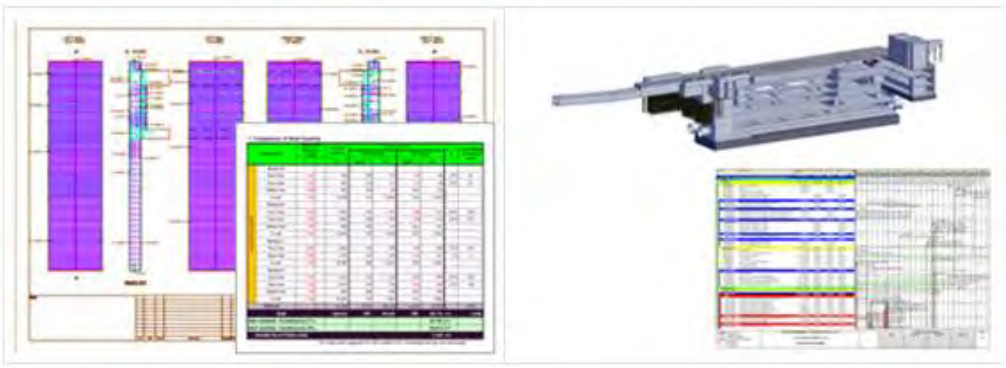


그림 1.2.10 Singapore DTL(Down Town Line)(1, 2, 3) Subway 객체 모델(자료출처 : (주)베이시스 소프트, (주)IDM)

이 프로젝트에서는 그림 1.2.10과 같이 BIM을 이용하여 입찰단계에서의 수량산출 및 BOQ 작성, 전체 구간과 각 정거장・노선・시설물의 모델링 및 초기굴착 시 가 시설부터 수로 우회단계, 교통 처리단계, 최종 구조물의 완성단계까지의 시공단계를 시뮬레이션 하여 프로젝트의 짧은 일정대비 엔지니어의 구조물의 이해도를 향상시켜 정확한 공정이 가능토록 하였다. 한편, BIM 활용의 세부분야로는 3D 모델링 및 2차원 도면 생성, 2차원 도면오류 검토, 피난통로 검토, 3차원 철근배근 검토, 철근 및 콘크리트 수량 산출, 구조물 연결 및 지장물 간섭 검토, 출입구 및 환기구 등 돌출물 검토, 공정 시뮬레이션, 가 시설 설치 및 배치 검토, 대안설계, 발주처 제안 설명, 3차원 지반모델링, 암별 굴착량 산정 등으로 3D 뿐만 아니라 4D 부분도 적용되었으며 BIM 도구로는 주로 Allplan을 이용하였다.

1.2.3 오만(수리조선소)

오만의 수리조선소는 선박의 조립뿐만 아니라 수리까지 가능한 복합적인 목적을 가지고 있는 조선소로서 100헥타르 지역에 각종 조선소 및 설치될 크레인, 깊은 수심의 정박부두, 선박 저장공간, 숙박시설과 사무실 그리고 약 3km 길이의 방파제 등이 포함되어있다(그림 1.2.11). 이 프로젝트는 오만정부가 전체 공사기간을 3년(2009.01~2011.12)으로 제한하여 공사가 지연되지 않도록 정확한 사전 설계가 필요하였으며 시공 시 수시로 발생하는 변경사항을 실시간으로 반영하고 자동 수량산출 작업을 위해 BIM을 도입하였다.

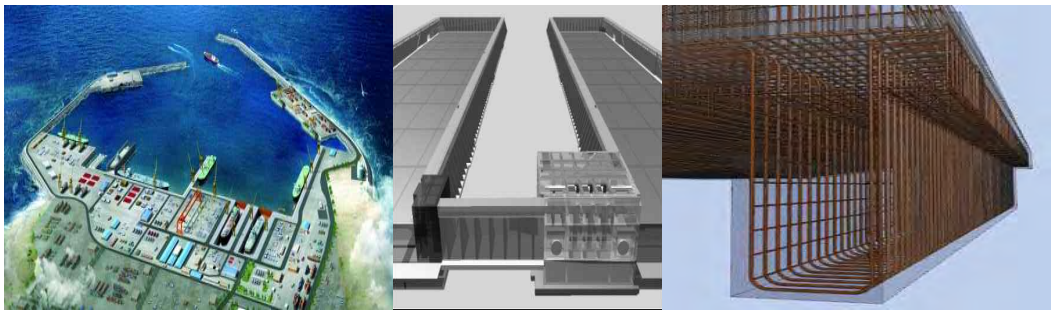


그림 1.2.11 오만 수리조선소 프로젝트

(자료출처 : (주)베이시스 소프트, NEMETSCHEK Allplan)

이 프로젝트에 그림 1.2.12와 같이 BIM을 활용하여 잦은 설계변경에 따른 실시간 시공도면 작성, 시공 전 사전 간섭검토, 현장 작업자의 구조물 이해도 증진, 구글 어스를 통한 현장 홍보, 철근 및 콘크리트의 수량산출 등을 통해 설계인원 감소, 콘크리트 및 철근수량 절감효과를 얻을 수 있었다.

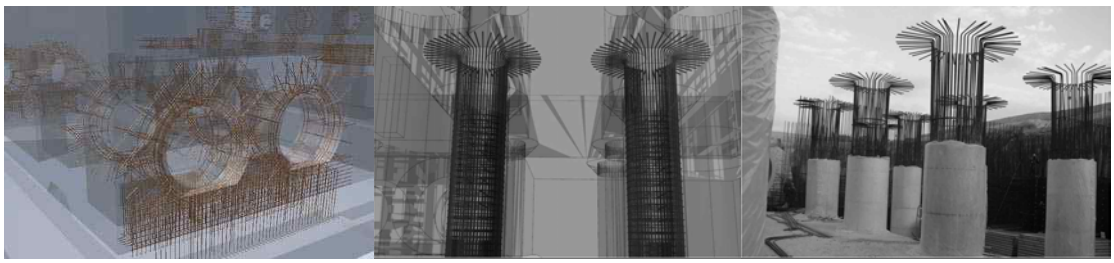


그림 1.2.12 Pump Room 시공사진 / Pump Room Model

(자료출처 : (주)베이시스 소프트, NEMETSCHEK Allplan)

1.2.4 독일(교량)

독일은 A98 및 A861 자동차 전용도로 위에 설치된, 상부 구조물이 57.15도 사각을 가진 복잡한 형상의 아치교 설계 및 시공에 BIM을 적용하여 기존의 설계로는 정확하게 표현할 수 없는 구조 형상과 철근에 대한 정보를 BIM 모델로 시각화하고 시공에 활용하였다. 이 프로젝트에서는 지표면의 모델링 및 지형분석을 통해 말뚝의 공법 등을 결정하고 2D도면의 오류검증 및 콘크리트 물량산출을 목적으로 BIM기술을 활용하여 구조물 및 지형과 하부의 말뚝 기초도 같이 모델링하였다. 또한 이를 통해 시공 중 발생할 수 있는 간섭 등의 문제를 미리 검토할 수 있었다.

BIM 활용 세부분야로는 지형분석, 3D 모델링, 대안 검토, 지형 및 토공 분석, 객체간섭 검토, 지형단면 검토, 표고 및 경사 분석, 철근 배근도 생성, 2D 도면 생성, 시공 시뮬레이션, 철근 및 콘크리트 물량산출로써 3D 뿐만 아니라 4D에도 활용 되었으며 주로 사용한 솔루션으로 Allplan과 기타 공정관리 소프트웨어를 이용하였다. 그림 1.2.13은 BIM 솔루션을 활용하여 도로의 단면 및 설계도면을 생성한 사례를 보여주는 것이다.

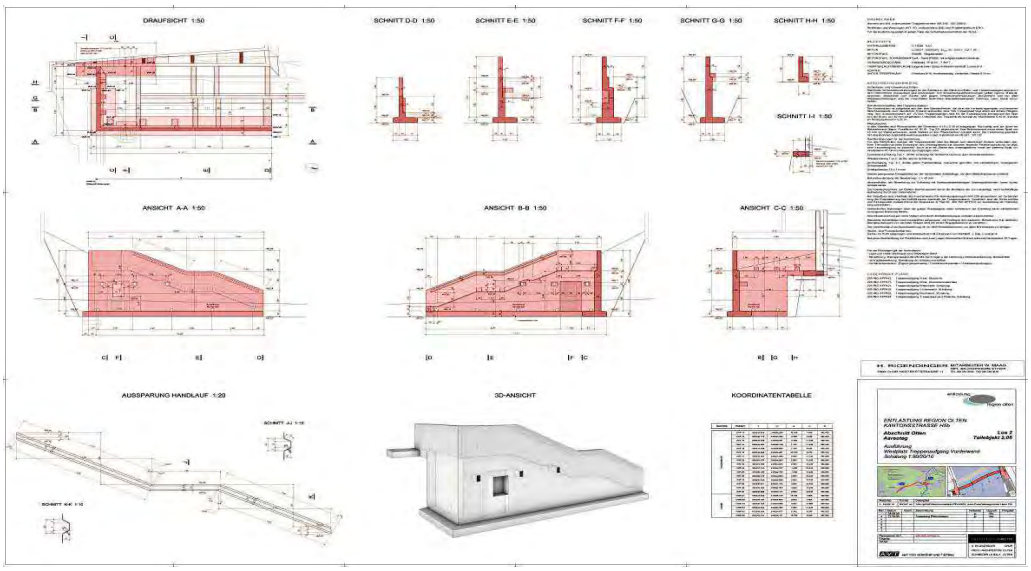


그림 1.2.13 BIM 솔루션을 이용한 설계도면

(자료출처 : © 10.2010 Nemetschek Allplan GmbH, Monaco di Baviera, Germania)

1.2.5 아랍에미리트(두바이 교량 및 도로)

아랍에미리트 두바이 주도로인 Sheikh Zayed Road 와 AI Khail Road 사이에 평행으로 건설된 R881/2A 프로젝트는 총 연장 13.55km(최대 왕복 16차로)로 30개 교량과 약 1km의 지하차도, 대형 인터체인지로 구성되었으며 두바이 RTA(ROADS & Transport Authority) 발주공사 중 단일 도로공사 최대 규모의 프로젝트이다(그림 1.2.14). 이 프로젝트에서는 3차원 주변현황과 주요 구조물모델을 이용한 계획검토 및 시공성 검토, 공정관리 및 수량산출, 구글어스와의 연계 등에 BIM을 이용하여 설계성과품의 품질확보 및 사전 시공성검토에 의한 시험제작비, 홍보비용 등을 절감 하였다.



그림 1.2.14 두바이 R881/2A 교량 및 도로 시공 프로젝트

(자료출처 : (주)IDM, ㈜화창)

BIM 활용(그림 1.2.15)의 세부분야로는 지형분석, 대안 노선비교, 객체간섭 검토, 토공 및 선형검토, 표고 및 경사분석, 4D 시뮬레이션, 시공 시뮬레이션, 3D 모델 생성, 2D 도면추출, 시공성 사전검토, 공정검토, 개략 시뮬레이션, 종단 및 횡단면 검토/설계, 구글어스 연동, 홍보 시뮬레이션 등으로 다양하게 적용되었다.

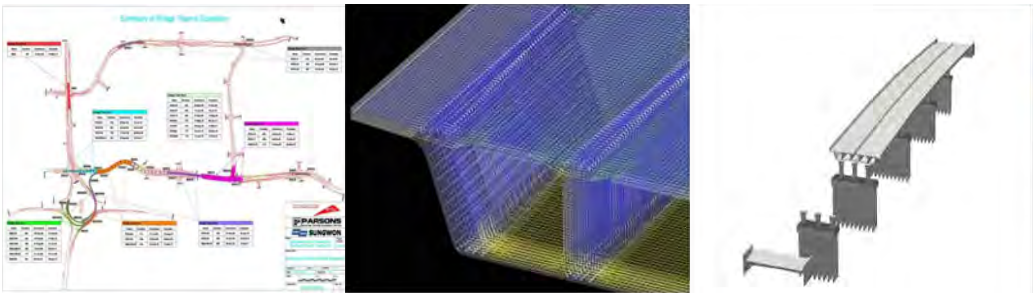


그림 1.2.15 R881/2A에 BIM 적용 모델(자료출처 : (주)IDM, ㈜화창)

1.2.6 미국(도로)

미국의 연방도로국(FHWA)은 도로설계 안전성을 자동으로 평가하는 IHSDM(Interactive Highway Safety Design Model) 프로젝트를 통해 설계단계 뿐만 아니라 시공완료 후에도 도로의 안전성을 평가할 수 있었다. RDV Systems은 BIM을 적용한 Rapid Road Safety Analyzer를 개발하였다.

그림 1.2.16는 도로 분야 BIM 적용사례로서 도로의 구성요소들이 도로설계의 주요한 안전성 평가 파라미터를 충족하는지를 판단하기 위해 RDV시스템의 Rapid Road Safety Analyzer을 적용한 화면이다. 이는 AutoCAD Civil 3D 기반에서 작성된 도로설계 정보모델을 포함하고 있으며, 도로설계 시 거리, 시거, 경사, 표고, 설계속도 등의 설계 기하정보들이 설계기준에 적합한지를 평가하기 위해 BIM을 적용하고 있다.(http://www.youtube.com/watch?v=5tbzqPl5Ak4, 2014.11.20.)

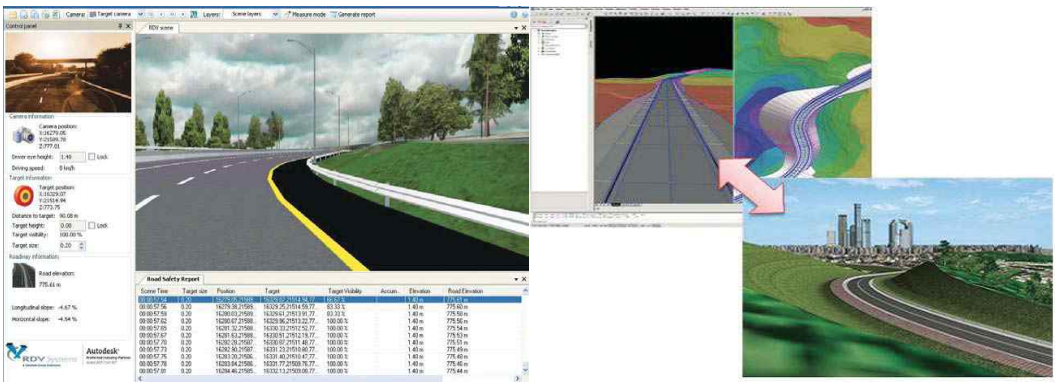


그림 1.2.16 도로분야 BIM 적용 RDV시스템 및 Civil 3D와 UC-win/Road 적용

(자료출처 : www.cenews.com, KICEM)

이러한 도로설계정보의 안전성 분석 외에도 설계정보의 부정확한 오류나 간섭검증을 위해 시공성 분석과정에 BIM을 적용하고 있으며 WisDOT(The Wisconsin Department of Transportation)에서는 도로설계, 지형정보 관리, 교통용량, 소음, 경관, 배수 분석 등을 위해 Civil 3D를 적용하고 있다(강인석, 문현석 2009). 미국 도로분야의 BIM활용 세부 활용분야로는 지형정보 생성, 3D 지형 및 지물 생성, 대안노선 검토, 주변환경 및 영향검토, 야간주행 검토, 도공 및 선형검토, 표고 및 경사분석, 도로 주행성 검토, 4D 시뮬레이션, 객체 간섭검토, 구글어스 연계 등이 적용 되었으며 Civil3D와 UC-win/Road 등의 솔루션을 이용하였다.

2. 건축분야 BIM 발주동향 및 적용사례

2.1 국내 건축분야 사례

2.1.1 국방시설본부 201사업

국방시설본부는 국내 최초 BIM 공공 프로젝트인 201사업에 설계단계부터 BIM을 적용하여 설계품질 향상과 발주처와 시공사 간의 공정관리, 설계오류 검토, 물량산출, 성과품 검토 등에 이용하였으며 BIM 모델을 바탕으로 설계 도서를 제출받아 향후 유지관리 분야까지 적용될 수 있도록 하였다. 먼저 201사업과 같이 지하공간의 규모가 매우 넓은 경우의 터파기 공사는 공사비와 공기에 많은 영향을 끼치기 때문에 지표면, 암 분포현황, 지하수 분포, 지표 경사/방향 등의 상세도면을 3D로 작성하여 흙막이와 암 분포에 따른 종류별 물량산출 작업을 진행하였다. 그림 1.2.17은 지표면 모델링 및 가시설 흙막이 전개도를 나타낸 것이다.



그림 1.2.17 지표면 모델링 및 가 시설 흙막이 전개도(김창수 2011)

한편, 공사장비에 대한 간섭검토 및 양중계획을 목적으로 건설자재의 양중 가능무게 검토, 양중계획 등 실제 타워크레인이 건설현장에 설치되고 사용되는 과정을 시뮬레이션하고 간섭이 발생한 부분을 사전도출하여 공기지연을 방지할 수 있었다.

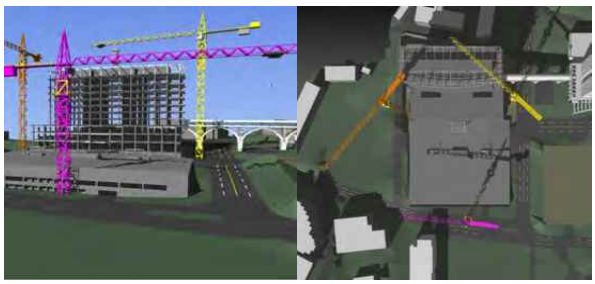


그림 1.2.18 타워크레인 간섭체크 (김창수 2011)

2.1.2 용인시민체육공원

국내 최초로 공공건축 프로젝트에 BIM이 적용된 용인시민체육공원은 22만 8,220m^2 대지에 연면적 8만 9,700m^2 규모의 주경기장, 보조경기장, 볼링장 등을 건립하는 사업(그림 1.2.19)으로 계획단계부터 기본설계·실시설계 전 단계에 BIM을 의무 적용하도록 한 사례이다.



그림 1.2.19 용인시민체육공원 조감도(김정헌 2012)

본 프로젝트에서 BIM을 활용한 사례로는 먼저 지표 및 지반조사의 모델링 부분이다. 측량업체의 등고선과 측량자료를 바탕으로 그림 1.2.20과 같이 3D 모델링을 진행하여 오류를 수정하고 지반을 모델링하여 3D 지표면을 생성하였으며 생성된 지표면의 데이터를 이용하여 토공량과 계획면작성 부분의 시공오차를 줄일 수 있었다.

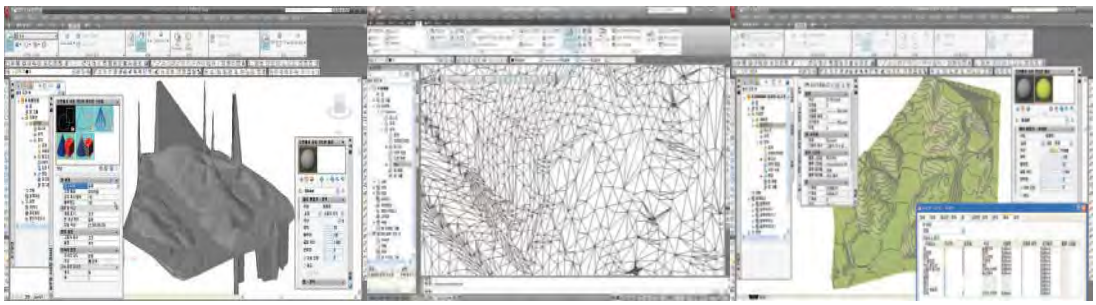


그림 1.2.20 3D 지표면 모델링(이혁진 2012)

2.1.3 남산 States 타워 프로젝트

회현 2-1 도시환경정비사업지구의 남산 States 타워 프로젝트는 사전 철저한 가설계획, 자재 양중계획이 요구되는 도심지공사로서 대지여유면적이 좁아 SPS(Strut as Permanent System) Semi Top Down공법을 적용하였으며, LEED인증 및 외관의 고급화 및 특화 목적에 부합하기 위해 당초 Flat한 커튼월에서 커튼월과 외부석재트러스의 결합이라는 비정형 이중외피구조로 설계변경을 하게 되었다. 이러한 다양한 설계변경에 대응하고, 도심지공사의 특수성으로 인한 문제점을 효과적으로 해결하기 위해 BIM을 도입하게 되었다.

가설계획 단계에는 건설 현장에서의 안전성 확보, 최대 자재 적재 공간 확보, 장비간섭 최소화, 정확한 자재반입계획 및 양중계획 수립을 목표로 BIM기술을 활용하였다. 3D 기반의 가설계획 시 각종 장비들의 레벨 차, 장비범위에 따른 간섭체크, 차량 이동경로(펌프카, 덤프트럭) 등을 간단하면서 정확하게 파악하여 예상되는 문제점을 사전에 해결하였다. 부재간의 간섭확인을 위하여 철골 공사와 설비 및 전기공사 단계에서 BIM을 활용하여 건축, 구조, 설비배관 및 덕트라인의 간섭검토 및 기계, 전기실의 모델링으로 사전 시공성검토를 수행하였다. 그림 1.2.21은 BIM기술을 활용하여 설비 및 전기공사를 검토하는 자료이다.

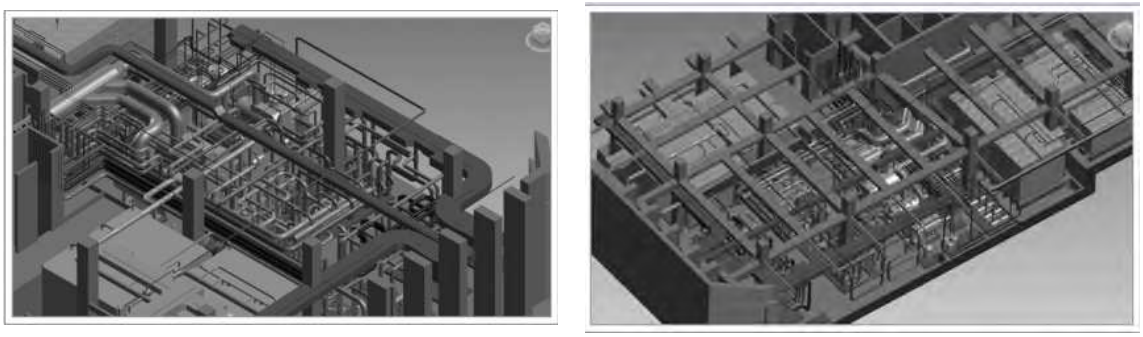


그림 1.2.21 설비 및 전기 공사 검토

Web상에서 BIM을 이용한 철골, 커튼월, 외부석재의 계획대비 시공, 진도관리, 공정관리 프로그램 연계, 일일 공사내용, 지시사항 관리를 하였으며, 현장 내에 BIM 전용 Room을 설치하여 BIM 데이터를 활용한 현장 관리자 및 협력업체간 공정회의 진행, 실시간 협업 및 대안 검토를 수행하기도 하였다.

2.1.4 D-Cube City 신축공사

대성 디큐브시티 프로젝트는 쇼핑몰, 오피스, 아파트, 공연시설, 호텔 및 운동시설이 복합된 시설물로, 빌딩의 구성이 복잡하고, 설계시공 병행 방식의 프로젝트 운영으로 인하여 변화 가능성이 높은 프로젝트이다. 기존의 2차원 기반의 설계 및 시공계획으로는 계획변경에 따른 시간 부족, 잦은 변경에 대한 대응의 어려움으로 발생하는 관리 난이, 그리고 복잡한 건축물에 대한 시공 관리자 및 협력업체의 의사소통 문제를 해결하기 위하여 3차원 모델링을 포함한 시공단계에서의 BIM기술을 적용하고자 하였다. 이 프로젝트에서는 그림 1.2.22와같이 BIM기술을 설계검토, 4D CAD 및 시뮬레이션을 활용한 공정관리, BIM기반 의사소통 효율화를 목표로 하였으며 각 목표별로 의미 있는 성과를 거둘 수 있었다. BIM기반 설계검토를 통해 표기누락 약 150건, 표기오류 약 80건, 공종간 간섭 및 도면간 표현 불일치 약 400건 등의 문제를 발견하고 이를 수정하였다. 4D CAD 및 시뮬레이션을 활용한 공정관리를 통해 기존 공정 계획을 검증하고 진도관리에 4D 모델을 활용하였다.

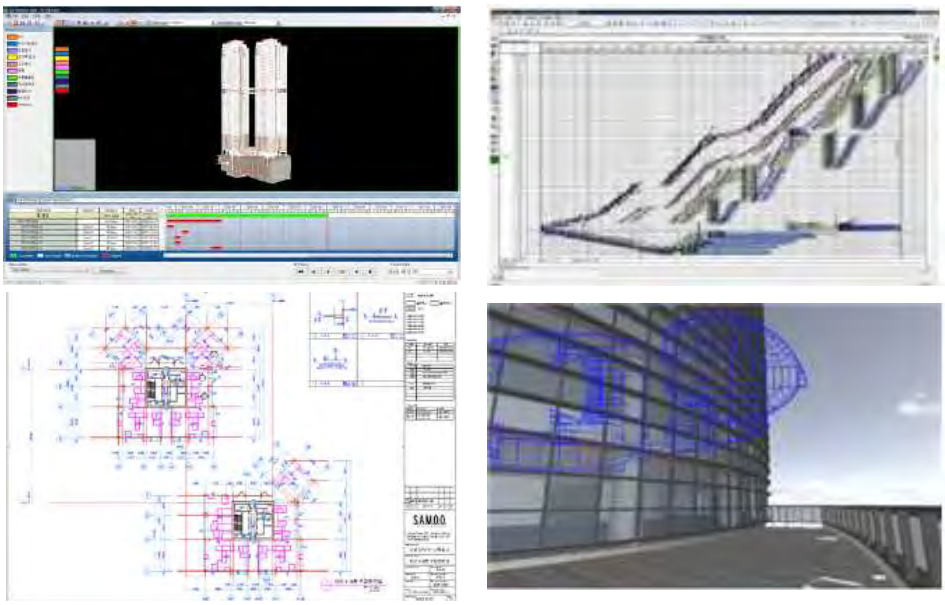


그림 1.2.22 BIM기반 시공관리 예시

2.1.5 건강보험 심사평가원 신축공사

건강보험 심사평가원은 강원도 원주 혁신도시로 이전하는 사업으로 발주자의 사업추진 의지가 강하고 최근 부각되고 있는 친환경 요소기술과 건설분야 신기술 신공법을 이용한 최적화 기술 도입을 요구한 프로젝트였다. 이 프로젝트에서는 건설사업 전 단계에 BIM도입을 검토하였으며 각 단계별로 BIM기술을 적용하고자 전략을 수립하였다. 기획단계에서는 그림 1.2.23과 같이 BIM모델을 구축하여 설계안과 실제와의 비교를 진행할 수 있도록 하였다.

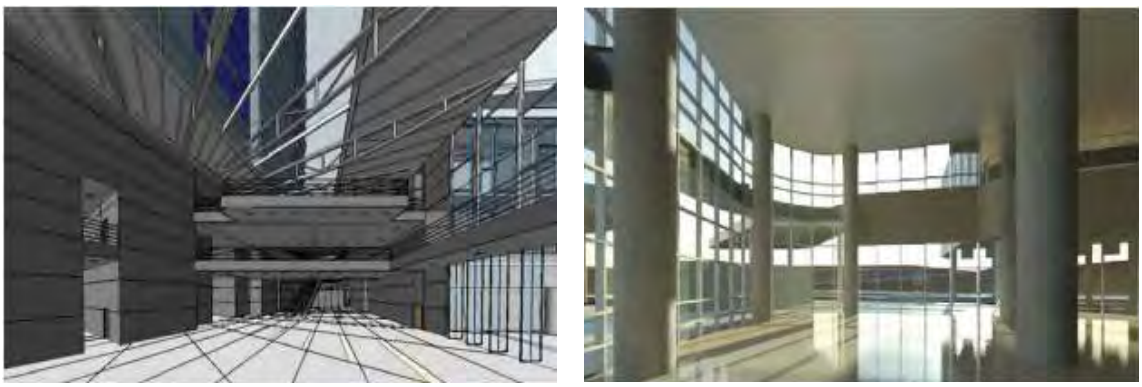


그림 1.2.23 BIM모델과 실제 현장 비교

실시설계 단계에서는 BIM모델을 이용한 간섭검토를 수행하여 각 공정간 발생할 수 있는 간섭에 대한 검토를 사전에 수행하였다(그림 1.2.24). 또한 부가적으로 라이브러리 구축을 통하여 시공단계 및 유지관리단계에서 활용할 수 있는 BIM데이터를 구축 하였다.

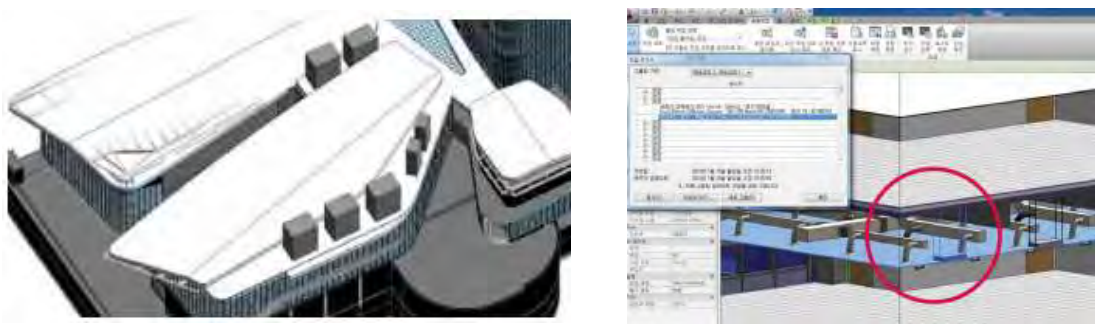


그림 1.2.24 BIM모델 기반 위치 및 간섭 검토

2.2 해외 건축분야 사례

2.2.1 아제르바이잔 국영석유공사

그림 1.2.25의 프로젝트는 아제르바이잔의 국영석유공사인 SOCAR(States Oil Company of Azerbaizan Republic)의 본사사옥 프로젝트로 연면적 103,612m^{2}의 최고높이 200m인 비정형 건축물이다. 다음 그림 1.2.25는 공사현장 조감도 및 사옥의 BIM 모델을 나타낸 것으로 이 프로젝트의 BIM모델은 Graphisoft사의 ArchiCAD13을 활용하였다.

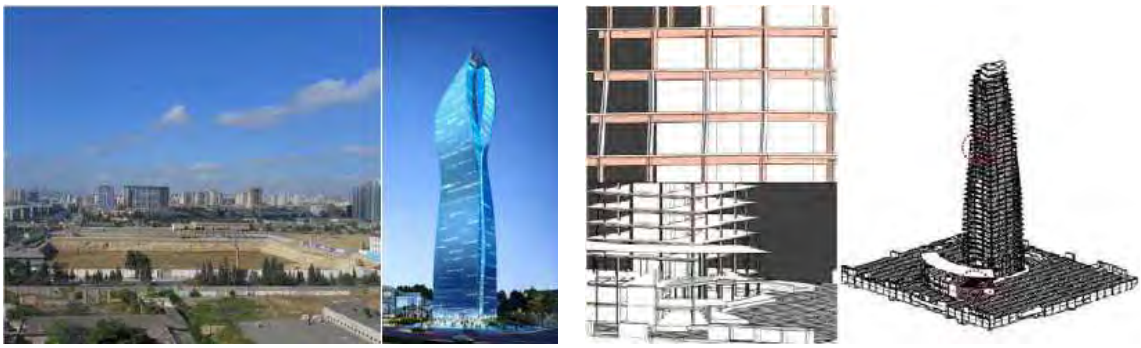


그림 1.2.25 공사현장 및 BIM모델

설계자가 제공한 2차원 도면을 기반으로 BIM모델을 생성하였으며, BIM 모델링 과정 중 설계도면의 정합성 및 적합성에 대한 오류 발견시 그 결과를 토대로 오류검토서를 작성하여 설계변경을 위한 기초자료로 활용하였다. 그림 1.2.26은 이 프로젝트에서 활용한 BIM기반 오류검토서를 나타낸 것이다.



그림 1.2.26 BIM기반 오류검토서 사례

2.2.2 미국 National Park

이 프로젝트에서는 짧은 기간 안에 야구 경기장을 지어야 하는 목표를 달성하기 위하여 BIM기술을 활용하였으며, BIM을 기반으로 한 설계 및 시공분석 과정을 통하여 프로야구 개막일이라는 옮길 수 없는 완공날짜에 맞추어 프로젝트를 완성할 수 있었다.

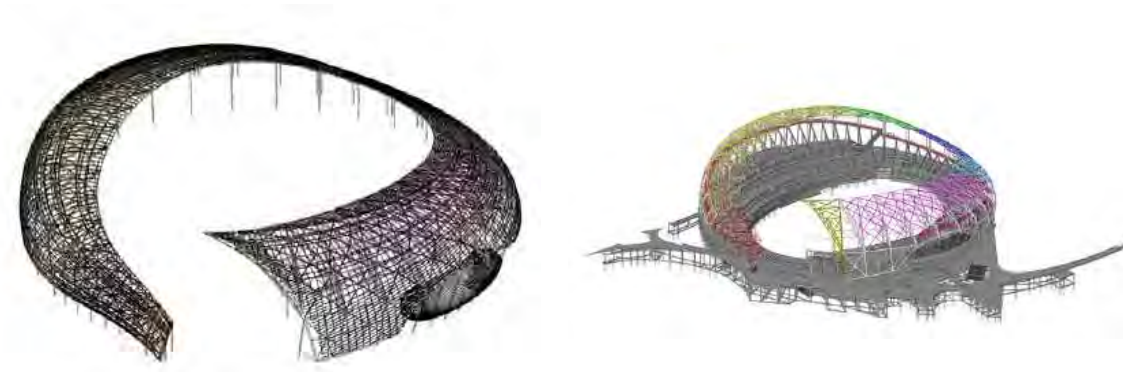


그림 1.2.27 경기장 구조모델 및 지붕 구조모델

그림 1.2.27에서 볼수 있듯이 경기장의 지붕의 구조는 Purlin을 포함한 다양한 철골구조로 이루어져 있어 각 부재의 모양 및 시공 과정을 상세하게 설계하고 계획하는 일이 매우 중요했다. 이 프로젝트에서는 BIM기술을 활용하여 구조 부재간 불일치 분석을 통해 설계오류를 사전에 발견하여 설계변경으로 인한 시공기간 연장을 미연에 방지할 수 있었다. 또한 토공작업이 이루어지기 전 모든 구조물의 BIM모델을 구축하여 프로젝트 참여자간에 구조물에 대한 정보를 충분히 파악하고 의사소통하는데 문제가 없도록 하였다. 뿐만 아니라, BIM모델을 활용하여 시공완료 후 건축주가 건물을 유지하고 관리하는 시점까지 활용될 수 있도록 기반을 조성해 주었다.

2.2.3 미국 Freedom Tower

월드 트레이드센터 부지에 올라서는 프리덤타워는 1,776(541.3m) 피트높이의 초고층 빌딩으로써 건축가, 엔지니어, MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing) 엔지니어, 구조엔지니어, 시공 매니저 오토데스크 컨설턴트 등으로 구성된 프로젝트 팀이 조직되어 BIM툴인 Autodesk Revit을 사용하여 프로젝트를 수행하였다. 각분야의 정보공유를 통한 통합 BIM프로세스를 구현하여 설계팀들 사이에 오가는 정보를 대폭 줄이고 프로젝트 팀원과 전문가들이 동일한 모델에서 동시에 작업할 수 있어 여러 분야의 전문가에 의한 효율적인 협업관계로 우수한 품질의 설계가 이루어졌다. 그림 1.2.28은 프리덤 타워의 조감도 및 BIM모델을 보여주는 것이다.



그림 1.2.28 Freedom Tower BIM사례

프리덤 타워 설계는 22명이 한 팀에 소속되어 작업을 진행하였다. 각각의 부재별로 팀을 구성하여 구조물을 모델링 하였으며 3ds Max를 연동하여 건축물 시공과정의 시각효과를 통해 다각적으로 프로젝트 분석을 수행할 수 있도록 하였다. 3차원 모델링을 통한 분석도 프로젝트 진행의 중요한 요소로 고려하였으나, 궁극적으로 BIM데이터를 기반으로 한 정보통합 및 효율적 의사소통을 목적으로 BIM프로젝트를 진행하였다.

2.2.4 미국 Denver Art Museum

덴버시에 위치한 Denver Art Museum의 Frederic C. Hamilton Building 프로젝트는 수많은 공사 관계자들 사이에 원활한 정보교환이 어려울 만큼 복잡한 형태의 건물로 계획되었다. 이 프로젝트에서는 이를 해결하기 위하여 BIM기술을 활용, 설계에서 시공에 이르는 다양한 협업과정이 성공적으로 이루어졌으며, 강구조 부재 조립 전까지 이르는 단계에서 약 1,200여건의 부재간섭을 사전에 확인하는 효과를 보여줬다. 그림 1.2.29는 Denver Art Museum의 복잡한 구조물을 분석하기 위하여 구축된 BIM모델 활용 사례를 보여준다. 왼쪽 상단에서부터 실제 시공된 모습, BIM구조도, 철골 부재의 실접합 모습 및 BIM으로 표현한 철골과 벽체의 상세 접합 그림을 보여준다. 통합된 형태의 3차원 모델의 공유와 설계오류 관리로 프로젝트 기한을 맞출 수 있었던 성공사례로 꼽히고 있다.

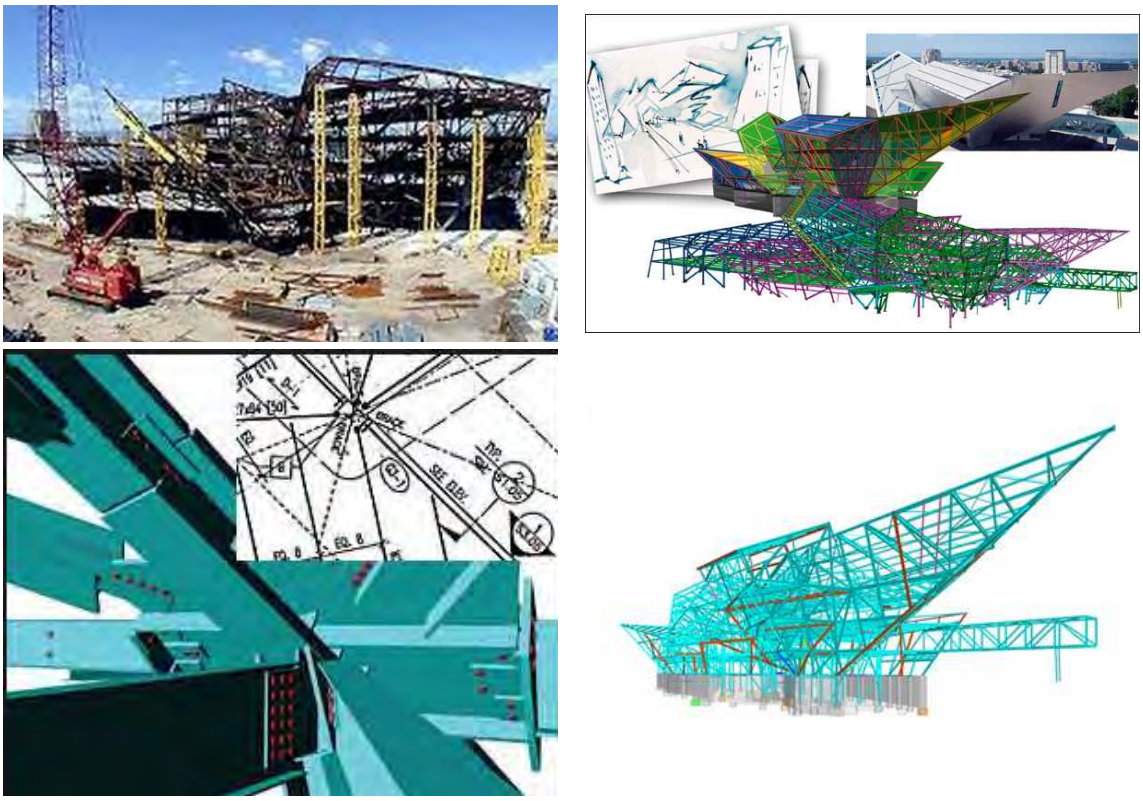


그림 1.2.29 Denver Art Museum BIM 사례

2.2.5 호주 The Eureka Tower Project

호주 멜버른에 위치한 초고층 주상복합 빌딩인 유레카타워는 총 92층 300미터 높이로 BIM의 개념, 방법, 과정을 적용한 대규모 프로젝트이다(그림 1.2.30). 프로젝트의 초기 단계부터 전 과정에 걸쳐 BIM툴인 ArchiCAD가 사용되었고, 그 결과 설계단계에 더욱 많은 노력을 집중할 수 있었다. 약 1,000장이 넘는 설계도면을 자동생성하여 활용하였으며, 이외에도 공사진행계획, 실내디자인의 공동작업을 가능하게 하여 설계상의 오류를 줄이고 비용절감을 할 수 있었다. 또한 단순 도면의 작성이 아닌 디자인과 문서의 통합 작업을 할 수 있게 되었다.

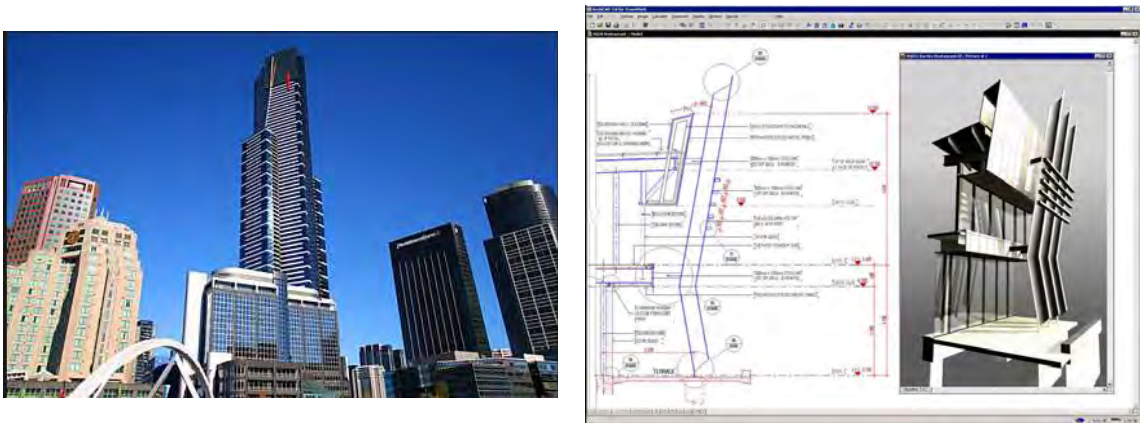


그림 1.2.30 유레카 타워 BIM사례

또한 사무실 내의 조직 구조에도 변화를 가져와 단순 도면의 작성을 위한 인력이 필요없게 되었으며, 설계와 시공작업을 통합하여 진행할 수 있게 되었다.

3. 국가 및 공공기관 BIM 대응 현황

3.1 국가의 BIM 대응 현황

3.1.1 국토교통부

국토교통부에서는 2010년 '건축분야 BIM 적용가이드'를 발간하여 발주자, 건설사, 설계사 등이 BIM 기술을 도입하는데 필요한 요건, 절차, 방법 등을 제시하였으며 2017년을 목표로 BIM 설계 관련 법·제도·표준 등 체계를 정비하고 있다. 표 1.2.1은 국토교통부의 BIM 적용가이드와 한국건설기술연구원 및 조달청의 지침·가이드를 비교한 것이다.

표 1.2.1 발주자 관점의 국내 BIM 지침 및 가이드 비교

구분	〔국토해양부〕 건축분야 BIM 적용가이드	〔한국건설기술연구원〕 건설정보모델 작성 · 납품 공통기준	〔조달청〕 시설사업 BIM적용 기본지침서
운영기관	국토해양부 건축기획과	한국건설기술연구원	조달청 시설기획과
관련근거	건축분야의 BIM 적용 및 활성화 방안 연구 용역	건설기술개발및관리등에관한운영규정	-
위상	가이드	건설CALS 단체표준	발주기관 지침
제·개정일	2010년 1월 제정	2011년 10월 제정 (V1.0)	2010년 10월 제정 (V1.0) 2012년 4월 개정 (V1.1)
목적/용도	발주자, 건설사, 설계사 등이 BIM을 도입하는데 필요한 요건 및 절차적 방법을 제시하여 기관별 BIM 실무지침 제작을 돕기 위함	국내 건설 분야의 발주자, 건설사, 설계사 등 공공 및 민간부문 기관이 BIM 작성 및 납품에 필요한 실무기준을 제작하는데 적용될 수 있는 공통적 기준 제공	시설사업의 공모단계 및 실시설계단계에 BIM기술을 적용하기 위한 최소의 요건 정의
적용분야	건축분야	건축, 토목, SOC 등 건설 전 분야(현행은 건축분야 위주)	건축분야
적용대상	기관별 BIM 지침서 제작자	기관별 BIM 지침서 제작자	조달청 BIM 지침서 관리자 설계공모 응모자/입찰자 실시설계/시공사업 계약자

문서 구성	본문 1. 개요 2. BIM 업무 가이드 3. BIM 기술 가이드 4. BIM 관리 가이드 5. 본 가이드의 활용본문 (해설판)	본문 1. 개요 2. 건설정보모델 도입기준 3. 건설정보모델 작성기준 4. 건설정보모델 납품·제출 기준	본문 1.개요 2.조달청 BIM 관리지침 (조달청 내부용) 3.설계공모 BIM 적용지침(응모자용) 4.일괄입찰공사 기본설계 BIM적용지침(입찰자용) 5.실시설계단계 BIM 적용 지침(계약자용) 6.시공단계 BIM 적용지침
	별첨1 : 공통 BIM 데이터 작성기준(예) 별첨2 : 공통 BIM 품질기준(예) 별첨3 : 현상설계 발주용 BIM 적용지침 템플릿(예)	부속서1 : 건설정보모델 활용분야 부속서2 : 품질기준 목록 부속서3 : 에너지 효율화를 위한 건설정보모델 적용 가이드 예시	부록 : BIM 속성 입력기준

3.1.2 조달청

조달청에서는 2010년 BIM발주 정책계획을 수립하고 BIM발주가이드를 발표하였다. 본 계획 및 발주가이드에 따라 2012년부터 500억 이상 건축 공사에서 BIM설계를 의무화 하였으며 2016년까지 조달청에서 발주하는 모든 건축 공사에 BIM활용을 의무화를 하고자 계획하고 있다. BIM을 활용하면 설계과정에서부터 각종 가상 시뮬레이션을 통해 잘못된 설계를 수정할 수 있고 이로 인하여 설계 변경요인이 줄어들어 공기단축 및 비용절감 효과를 달성할 수 있으며, 건축물 전 생애주기 중 에너지 소모량, 설비의 교환시기 등 각종 정보를 통합하여 관리하기 쉽게 할 수 있다. 조달청은 공공시설 분야에 BIM적용을 확산시키기 위해 2010년부터 Total Service 공사에 시범 적용하고 장기적으로 총사업비검토 등 전 분야로 확산할 계획이다. 조달청에서 추진 중인 단기 및 중장기 BIM 도입 추진 계획은 표 1.2.2와 같다.

표 1.2.2 조달청의 단기 및 중장기 BIM 도입 추진계획

단계	단기계획 ('10~'12)	중기계획 ('13~'15)	장기계획 ('16~)
목표	• BIM적용 확대를 통한 설계품질 향상	• 4D(Cost) 설계관리 시스템 구축을 통한 예산절감	• 시설사업 전체로 BIM적용을 확대하여 업무혁신
대상	• Total Service 대상 건축공사 중 총공사비 500억원 이상의 턴키 또는 설계공모로 발주하는 공사	• Total Service 대상 총공사비 500억원 이상 건축공사	• 모든 건축공사
방법	• 적극적 마케팅을 통해 BIM발주를 촉진 • 연차별로 BIM 발주지침을 개발 • BIM 적용시 인센티브 제공	• BIM발주 사업을 전문적으로 관리할 전담팀 구성 • 3D모델 데이터를 활용한 사업관리 시스템 구축	• 공사관리 업무에 BIM 모델데이터 활용 • 공사계약 업무에 BIM 모델데이터 활용 • 총사업비검토 업무에 BIM 모델데이터 활용
기대 효과	• 3D설계를 적용하여 수요기관 만족도 향상 • 민간 부문의 BIM 인프라 조성을 촉진 • 설계단계에서의 다양한 검토로 설계품질 향상	• Total Service 원가관리 및 일정관리 향상 • 시공단계의 설계변경을 최소화하여 예산낭비 요인을 제거	• 시설사업 혁신 및 재정집행관리 강화

3.2 공공기관의 BIM대응 현황

3.2.1 한국도로공사의 BIM 대응 현황

한국도로공사는 도로분야에 BIM 기술을 적극적으로 도입하기 위하여 2011년부터 설계단계 BIM적용 가능성을 검토하고 있다. 이에 따라 2011년에는 도로설계 BIM 도입방침을 수립하고 함양-울산 간 도로의 1개 공구 전 공종 비교·분석을 위한 시범설계 사업을 추진하였으며 2012년도에는 BIM성과 신뢰도향상을 위해 시범설계를 확대하였다. 향후 2015년에 과업노선 BIM 도로설계 검증 및 가이드라인을 수립할 예정이며 BIM 표준 및 납품체계를 완성할 예정이다. 또한 2016년 이후에는 정부 정책에 맞추어 BIM기술을 전면적으로 적용하려 하고 있으며, 궁극적으로 한국도로공사 도로설계 분야에 BIM을 적용하여 기술선진화, 설계품질향상을 도모하고 나아가 시공·유지관리에 활용하고자 한다.

3.2.2 한국수자원공사의 BIM 대응 현황

한국수자원공사는 2009년부터 효과적인 공정관리 및 사업관리 등을 위해 BIM을 도입하고자 하였다. 일괄입찰공사 입찰안내서 표준안 3차 개정분(2010.01.18)부터 3D 시공계획 및 3D 시뮬레이션 항목을 명시하여 설계변경으로 인한 불필요한 예산지출과 작업시간의 낭비를 방지하고, 도면간의 불일치 및 설계오류 최소화를 통한 공기절감 효과를 거둘 수 있도록 노력하고 있다. 또한 BIM기술의 패러다임 변화에 대응하고자, BIM도입을 위한 전사적 로드맵 설정하여 'K-water 설계·시공기술 선진화 방안(BIM도입) 컨설팅' 용역을 통해 2017년까지 국내외 건설산업 정책과 방향성에 맞춘 로드맵을 수립하였다. 위와 같은 노력을 통해 댐 설계 표준분류체계에 맞는 객체 모델 개발 및 라이브러리화, 라이브러리 공동사용 및 전자설계도서 연계를 통한 건설정보 유통시스템구축, 객체라이브러리 속성정보와 연계된 견적·물량연동 체계 구축, BIM 발주 가이드라인 및 설계·시공 지침서 제정 및 발간, 공정관리 체계와 연계한 건설공급망 개발 등 BIM설계체계 구축에 힘쓰고 있다.

3.2.3 한국토지주택공사의 BIM 대응 현황

한국토지주택공사는 설계품질향상, 업무효율성 제고, 의사결정 단축을 목적으로 2008년부터 공동주택 공사에 BIM을 시범적용하고 있다. 2011년부터는 BIM 적용을 위한 내부 실무지침 성격의 BIM 가이드라인을 발표하였으며, 2012년부터는 BIM 가이드라인을 활용한 공동주택 BIM 발주를 수행하였다. 현재 제도 및 프로세스, 인력 및 조직, 기술 및 연구개발 등 3개 관점으로 BIM 도입계획을 수립하고 있다.

4. 시사점

4.1 토목 · 건축분야 사례 분석 결과

토목분야의 경우 공공기관 및 대형건설업체들이 구조물을 중심으로 시범 도입 중이며, 공정관리, 시뮬레이션, 설계오류 검토 등의 용도로 BIM기술을 활용중이다. 전체 공종에 적용하기보다 필요에 따라 부분적 BIM기술 적용에 머물고 있는 실정이다.

건축분야 BIM의 경우 설계 고도화에 따른 요구사항 증가, 효용성 확인을 통한 발주자 요구수준 고급화에 따라 발주 및 적용 사례가 점차 증가하고 있다. 비정형, 초고층 건축물 증가로 인한 발주자의 요구수준이 고급화되고 있으며, 건축물 에너지 효율 분석, 일조량 분석 등 친환경 설계가 요구되고 있는 추세이다. 또한, 유지관리 첨단화 및 생산성 향상 등의 목적으로 BIM 도입이 늘고 있다.

4.2 사례 분석을 통한 향후 전망

공공분야의 경우 적극적으로 BIM발주를 통하여 BIM기반 기획, 설계, 시공, 유지관리 분야 프로젝트를 다수 수행하는 것이 필요하다. IPD(Integrated Project Delivery)와 같은 발주제도 참조 및 도입을 통하여 발주단계부터 BIM을 고려한 프로젝트 수행이 필요하며, 다양한 사례 발굴을 통하여 BIM의 적용 가능성을 확인할 수 있도록 하고, 생애주기 전체 측면에서의 BIM의 효용성을 분석하여 단기적 성과가 아닌 장기적인 관점으로 접근하여야 할 것이다.

민간분야의 경우 BIM과 관련된 새로운 기술을 선제적으로 도입하여 설계 오류검토, 시공성 검토와 같은 1차적인 BIM 활용에서 벗어나 BIM 데이터를 다각적으로 활용할 수 있도록 하여야 한다. 예를 들어 해외 민간 발주처에서 활용하고 있는 3차원 LIDAR와 같은 첨단장비를 도입하여 BIM기술과 접목을 통해 BIM데이터의 활용성을 높이는 것이 필요하며, BIM 관련 기술 축적을 통하여 국내뿐만이 아니라 해외에서의 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있도록 기업의 BIM 엔지니어링 역량을 확충하여야 할 것이다.

제3절 국내외 GIS 등 공간정보 구축 및 개발현황

1. 국내 GIS 등 공간정보 구축 및 개발현황

최근 스마트폰과 같은 모바일 기기와 그 서비스 등에 공간정보가 다양하게 활용되고 있으며, 공간정보 활용분야의 확대로 공공분야 중심의 공간정보산업의 영역이 민간분야로 확대되고 있다. 공간정보산업이란 공간정보를 생산·관리·가공·유통하거나 다른 산업과 융·복합하여 시스템을 구축하거나 서비스 등을 제공하는 산업을 의미하며, 일반적으로 지적측량(Cadastration), 지리정보시스템(Geographic Information Systems, GIS), 위성항법시스템(Global Positioning Systems, GPS), 위치기반서비스(Location Based Services, LBS), 전자지도(Digital Map), 유비쿼터스 시티(Ubiquitous City) 등으로 분류될 수 있다. 기존의 산업과 공간정보의 융합을 통한 새로운 융·복합 산업의 출현으로 공간정보의 산업영역은 더욱 넓어질 것으로 전망되며, 국가적으로도 2009년에 공간정보산업진흥법을 제정하여 공간정보산업의 육성을 적극 지원하는 정책을 추진하고 있다.

1.1 국가공간정보 구축사업

국가 지리정보체계 구축사업은 그림 1.3.1과 같이 단계별로 추진되었으며. 1단계는 'GIS 기반구축', 2단계는 'GIS 기반확대', 3단계는 'GIS 활용확산', 4단계는 'GIS 연계통합'에 목표를 두고 추진하고 있다.

- 1단계(1995~2000) : (기반구축) 국가기본도 및 지적도 등 지리정보 구축, 표준제정, 기술개발 등 추진
- 2단계(2001~2005) : (기반확대) 공간정보 구축 확대 및 토지·지하·환경·농림 등 부문별 GIS 시스템 구축
- 3단계(2006~2009) : (활용확산) 기관별로 구축된 데이터와 GIS 시스템을 연계하여 효과적 활용 도모
- 4단계(2010-2013) : (연계통합) 공간정보시스템간 연계통합 강화 및 융·복합정책 추진기반 마련



그림 1.3.1 국가공간정보정책 발전과정(국토교통부 2013a)

국가지리정보체계 활용체계사업은 주요 응용사업과 일반 응용사업으로 나눌 수 있으며, 2008년까지 33개의 사업이 추진되었고, 후속 사업들이 추진 중이다. 주요 응용사업은 국토교통부가 중점적으로 추진하는 국가공간정보체계구축사업, 3차원 국토공간정보 구축사업 등 6개 사업이며(표 1.3.1), 일반응용사업(27개 사업)(표 1.3.2)은 GIS기반의 행정업무 지원 및 서비스 고도화를 위해 구축하는 응용시스템으로서, 각 사업의 특성에 따라 지하, 수자원, 문화재, 환경, 농림 및 산림, 해양, 통계 등 다양한 부문으로 구분 되어있다. 또한, 개별 사업부문에는 다양한 GIS 활용시스템 개발사업이 포함되어 있으며, 사업 주관기관도 국토해양부뿐만 아니라, 해당분야의 주무부처가 주도적으로 추진하고 있으며, 문화재·통계·군사 부문은 문화재청, 통계청, 국방부에서 각각 추진하고 있다.

표 1.3.1 국가지리정보체계 주요 응용사업(국토교통부 2008)

사 업 명	주관기관	사 업 내 용
국가공간정보체계구축사업	국토교통부	국가공간정보체계 구축의 본격적인 시행을 위한 DB 연계 및 통합 방안 마련
3차원 공간정보구축사업		3차원 공간정보 DB를 구축하여 대국민 서비스 및 행정업무에 활용
한국토지정보시스템(KLIS) 2차 고도화 사업		KLIS 1차 고도화 사업결과를 지자체에 확산 설치, 대국민 정보제공 서비스 강화를 위한 지속적인 갱신
도시계획정보체계(UPIS) 구축사업		도시계획정보체계 표준시스템을 시범지자체에 확산 구축하여 수직적·수평적 도시계획정보망 완성
국토공간계획지원체계(KOPSS) 구축		KOPSS 전략계획 수립 및 기존모형의 고도화와 신규모형 개발
GIS기반 건물통합정보 구축방안 연구 및 시범사업		속성중심의 건물행정정보시스템(AIS)와 공간정보를 연계하여 건물기본공간정보로 활용
지능형국토정보기술혁신사업		국가GIS 사업성과 활용 고도화를 위한 핵심 기술개발

표 1.3.2 국가지리정보체계 일반 응용사업(국토교통부 2008)

부문	사 업 명	주관기관	사 업 내 용
환경	물환경정보시스템	환경부	물환경 기초자료 분석방법론 개발
	자연환경종합GIS-DB구축		2006년도 자연환경조사자료GIS-DB 구축 및 자연환경조사 입력시스템 보완
	국토환경성평가지도 유지·관리 사업		국토환경성평가지도 갱신, 사용자 만족도 조사 및 개선방향 마련
	인공위성영상자료를 이용한 중분류 토지피복도 갱신		남한지역 중분류 토지피복도 일괄갱신
	환경영향평가정보지원시스템		환경영향평가업무 지원을 위한 DB갱신 구축 및 서비스 기능개선, 교육 및 홍보
농업	농촌용수물관리정보화사업	농림축산식품부	농촌용수 자원조사 및 기초자료 관리시스템 구축
	농지정보화사업	농림축산식품부	농지전용현황도 DB 구축 및 농식품부 농지종합정보시스템 구축
	농촌어메니티 자원도 구축 사업	농촌진흥청	농촌자원 DB 구축 및 웹서비스시스템 구축
	GIS기반 농업환경정보시스템		정보화전략계획 수립 및 농업환경자원 DB 구축
산림	산림지리정보시스템 구축	산림청	산림GIS 표준화체계 구축, 산림분야 응용시스템 및 기반 구축
	산지정보시스템		산지관리법에 의한 산지이용 및 관리를 위한 시스템
	임상도 제작사업(1/5,000)		전국 임상조사 및 임상도 제작사업
	산림입지도 제작사업(1/5,000)		전국 산림입지조사 및 산림입지도 제작 사업
	산림GIS포털시스템		산림GIS대국민 서비스 및 자료유통시스템 구축
	등산로 DB구축사업		전국 주요산에 대한 등산로 DB 구축사업
	임도망도 구축사업		전국 산림에 대한 임도망도 제작 사업
해양	통합연안관리정보시스템 구축사업	국토교통부	연안정보도 고도화 및 3차원 연안관리정보시스템 구축
	전자해도 제작사업		전자해도 제작·수정 및 전자항해서지 제작
	해안선조사측량 및 DB구축		국가기본공간정보로서 해안선의 정의 및 활용체계 구축
	종합해양정보시스템 구축사업		해양공간정보시스템 DB 구축 및 관리시스템 개발
	연안해역해저정보 조사사업		해저정보조사 실시
	연안해양정보실시간제공시스템 구축사업		조석기준면 관리와 연안의 각종 해양정보의 제공을 위한 해양정보 포털구축
시설물	국토건설지반정보 DB구축사업	국토교통부	도로, 철도 등 기반시설 사업 시 구축된 지반정보를 DB화
	도로와 상하수도 전산화 사업		도로기반 7대 지하시설물의 위치 및 속성정보 전산화
	광산지리정보시스템 구축사업	지식경제부	광산 및 광해관련 도면·문서자료의 DB화, 시스템 구축 및 활용
	항만지하시설물GIS DB구축사업	국토교통부	마산, 광양항 DB 구축 및 지반정보시스템 개발
수자원	하천지도전산화 사업	국토교통부	하천관리지리정보시스템 기능개선 및 홍수위험지도 기본계획 보완
	지하수정보관리체계구축사업		지하수정보 분석실 설치, 지하수 정보지도를 통한 지자체 행정업무지원 및 대민서비스 확대
문화재	문화재지리정보종합정보망구축	문화재청	문화재GIS 공간DB 확충 및 유지관리, 문화재GIS 활용시스템 기능개선 및 활용체계 고도화
	매장문화재활용체계(GIS)구축		문화유적분포지도 DB 구축 및 유적정보 보완·갱신, 문화재 분포입지환경 분석모델 연구
통계	인구및사업체부문을 통합한 통계GIS DB구축	통계청	센서스 지도, 경계, 개별공간DB 구축
	통계GIS정보 대외 활용체계 구축(U-통계서비스 인프라구축)		통계지리정보서비스 시스템 구축
군사	군사지리정보체계사업	국방부	남한지역 FDB, 지형도 구축
교육	교육지리정보시스템 구축사업	교육부	교육지리정보시스템 ISP 수행, 전국대상학교 기본정보시스템구축 및 서비스
기술개발	3차원 전파분석 및 다중플랫폼 u-공간정보처리 기술 개발	전자통신연구원	3차원 전파분석을 위한 u-공간정보 생성 및 처리 기술 개발

1.2 지적재조사 사업

지적재조사란 지적관리상의 문제점을 근본적으로 개선하고 새로운 지적제도로 발전시켜 나아가기 위한 기초 작업으로 토지정보, 즉 지적요소를 정확하게 재조사·측량하는 것을 의미한다(그림 1.3.2). 지적공부가 현대의 국토이용관리에 부적합하고 토지이용과 국민의 재산권 보호에 구조적 장애를 가져와 지적관리에 혼란을 초래하고 있는 불부합지의 문제를 해소하기 위하여 지적재조사에 관한 특별법을 제정하여 범국가적인 차원에서 추진하고 있다. 또한, 지적재조사 사업은 국토해양부에서 주관하여 2012년부터 2030년까지 진행되는 장기 국책사업으로서 전체 사업량은 3,761만필지에 해당된다.

지적재조사사업(그림 1.3.3)에는 첨단위성장비와 IT기술을 사용하여 오차가 없고 정확하게 지적을 재측량하는 것이 필수 불가결하다. 지적 자체는 3차원의 토지에 대한 다양한 정보를 기록하는 것이므로 공간정보의 중요성이 강조되고 있다.



그림 1.3.2 지적재조사사업의 비전 및 목표(국토교통부 2012)

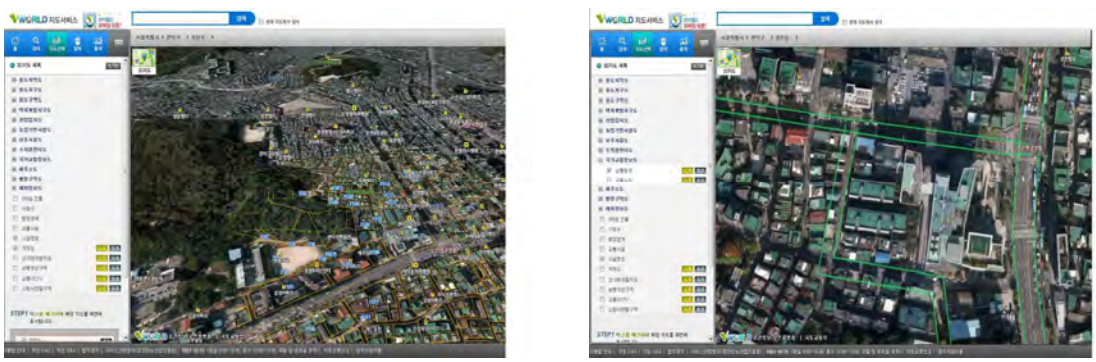


그림 1.3.3 지적재조사사업의 단계별 추진과정(국토교통부 2012)

- 1단계 : 지적재조사측량 및 세계측지계로의 변환 등을 통해 디지털 지적을 도입하고 추진기반을 마련
- 2단계 : 지적재조사측량 및 세계측지계로의 변환 완료, 지적정보서비스 등을 통해 전 국토의 안정적인 디지털 지적을 이행
- 3단계 : 지적정보서비스의 확대운영 및 지적신기술의 도입 등을 통하여 지적재조사 사업의 파급을 확산
- 4단계 : 전 국토에 대한 지적재조사측량의 완료 및 지적·부동산 행정의 선진화를 구현함으로써 미래지향적인 디지털 지적을 정착

1.3 3차원 GIS 기술

3차원 GIS의 기본기술인 3차원 공간정보 기술은 2차원 위치정보에 높이(심도), 영상 및 속성정보를 추가하여 현실세계와 유사하게 표현하는 정보기술을 의미한다. 국내의 경우 2004년부터 2008년까지 21개 지방자치단체를 대상으로 2,727km² 지역에 대한 컬러항공영상 및 정사영상, Lidar를 이용한 수치표고모델, 일부 건물에 대한 3차원 가시화 정보를 구축하고 있다. 이의 핵심은 3차원 전자지도를 만들어 그 안에 관련되는 제반 정보를 포함시켜 u-City, 텔레매틱스, LBS, 도시계획/개발, 재난방재, 교통제어 및 환경 등 공공분야 및 관련산업의 기반을 마련하는 것이다. 특히 급속히 확산되고 있는 모바일 및 유비쿼터스 환경은 스마트 기기를 통해 온라인 지도 제공이 보편화되는 추세로 발전하였다. 아울러 증강현실 기술과 모바일기기의 각종 센서 기술이 접목되면서 지도상의 정보를 카메라 영상을 통해 제공받을 수 있게 되었다. 또한, 3차원 GIS 기반의 u-City 정보는 언제, 어디서나 사용자에게 적절한 공간정보를 효율적으로 제공하는 추세로 발전하고 있다(그림 1.3.4). 하지만, 기존의 GIS는 주로 삼각형 메시 기법과 3차원 영상처리시스템을 활용한 실외건물 및 시설물정보를 제공하였으며, 현재 건축분야도 실내의 2차원 및 3차원 설계/건설/관리를 위한 컨텍스트 정보를 포함한 세밀한 건물정보에 초점을 맞추어 정보를 제공하고 있다. 이러한 기존의 2차원 GIS는 현실세계를 점/선/면의 2차원 객체로 일반화하는 과정에서 데이터 손실이 발생하여 현실세계에 대한 이해와 분석에 한계성을 내재하고 있다. 최근 3차원 공간정보 기반의 3차원 GIS 기술은 현실세계와 유사한 입체공간을 제공함으로써 사용자의 현실세계에 대한 이해도 향상과 정확한 지형분석을 지원하고 있는 현실이다.



<지적도> <국가 교통 정보도>

그림 1.3.4 국토교통부 V-WORLD 서비스(V-World 2014)

표 1.3.3 3차원 GIS 기술개발 추세 및 단계별 특징

구분	발전단계	기반기술	구현내용	기술수준
1980년대	1단계	전산기하학 및 가시화 기술	3차원 지형분석 알고리즘 개발	2차원 평면 표현 단계
	2단계	컴퓨터 그래픽 기술	지형의 3차원적 가시화 및 애니메이션 기능, 3차원 비행시뮬레이션	3차원 지형 가시화 단계
1990년대	3단계	고도데이터 생성 및 편집기술	등고선 생성 및 가시권 분석 등	3차원 지형 분석 단계
200년대	4단계	웹기반 응용 소프트웨어	가상도시 구축 및 3차원 개체의 브라우징	가상도시 구축단계
	5단계	증강현실 기술 및 위상기하학	3차원 가상 GIS와 3차원 지형, 시설물의 연동 및 관리	능동적 가상세계 구축 단계

국내 3차원 GIS 서비스의 경우 포털사이트에서 비교적 일찍부터 대도시 중심의 3차원 지도 데이터를 GPS가 장착된 PDA 및 휴대폰을 통해 서비스하면서 카 내비게이션 등 위치정보기반 산업분야에서 관련 시장을 주도하고 있다. GIS 기반 3차원 지도서비스의 경우 공개 API(Application Programming Interface)를 통해 지리정보 외에도 각종 사진 및 동영상, 특정 장소에 대한 상세정보, 교통정보, 기상정보 등 다양한 부가 서비스를 지도 데이터를 통해 제공하는 방향으로 발전하고 있다. 더욱이 3차원 GIS 기술은 최근 건설된 신도시를 중심으로 도시환경 분야, 도시행정전산화, 도시계획 분야, 도로교통 분야, 재난/재해 분야, 공공서비스 분야 등 다양한 분야에서 응용이 점차 확대되고 있다(표 1.3.3).

1.4 국내 공공부문 Mobile GIS

정부는 Mobile정부를 구현하기 위하여 지난 2006년부터 행정기관을 대상으로 SNS(Social Networking Services)·MMS(Multimedia Messaging Services), 이동민원신고서비스 및 MSG(Mobile Service Gateway)·WAP(Wireless Application Protocol) 서비스의 기반환경을 제공하고 있다. 현재 194개 행정기관이 통합센터의 공통 기반환경을 통해 민원안내, 정보제공 등 335개 분야의 Mobile정부 서비스를 제공하고 있으며, 안전행정부에서는 행정주제도와 GPS 수신모듈 연계를 통한 실시간 위치정보 데이터를 활용하여 Mobile 생활 공감지도 서비스를 제공하고 있다.



그림 1.3.5 생활공감지도 Mobile 화면(생활공감지도 2014)

주요 서비스로는 도로 및 대중교통에 대한 종합안내, 아동 및 청소년을 위한 통학로 탐색, 지체 장애인 도보 이동시 회피시설 및 편의시설 이용 길 안내, 자전거 추천코스를 안내 하는 뚜벅이 안전길 등이 있다(그림 1.3.5). 또한, 주요 규제지역 조회, 민원 규제지역 조회, 업종별현황 조회 등을 통한 인허가 자가진단 서비스 및 지역 내의 이색적이고 특색있는 먹거리를 LBS에 따라 여행과 지역 내 신규 업체를 위치정보와 함께 무료 홍보해주는 신장개업 알리미, 일상생활속의 불편사항을 신고하는 Mobile 불편신고 서비스 등을 제공하고 있다(표 1.3.2).

지방자치단체에서 구축된 Mobile GIS 시스템의 응용분야는 단속 및 시설물 관리업무, 일반시민들에게 행정정보를 제공하는 행정정보 업무, 관광 서비스 업무, 소방업무 등을 제공한다(표 1.3.5).

표 1.3.4 지방자치단체 Mobile GIS 서비스 주요 활용 사례

지자체	서비스 내용	지자체	서비스 내용
부산 광역시	웰빙생활, 일반생활, 교통, 환경, 통계, 시민참여	울산 광역시	관광문화, 공공시설, 생활시설, 버스노선정류장, 도로명 주소, 빠른길 찾기
대전 광역시	위치검색, 주제도서비스, 대전시변천사, 서비스 링크	강원도	생활 지리 검색
인천 광역시	지도검색, 생활정보, 업소정보, 테마지도, 3차원 생활정보	전라북도	생활지리, 빠른검색, 생활지리충전소, 지역생활경제센터 레이더, 항공영상정보시스템, 전북도민광장, 전북BBS 등
대구 광역시	생활공간검토, 토지/주택가격, 공원정보, 내주변 정보검색, 지도로 보는 통계, 함께하는 생활공간	전라남도	투자적지은행, 산업경제, 문화관광, 농림어업, 자연환경, 생활기타
광주 광역시	생활지도, 통계지도, 생생테마여행, 튼튼웰빙, 열린세상구경 1등 광주 1등 시민, 분류서비스, 고화질위성영상	경상북도	경북나드리, 지도찾기, 길찾기

표 1.3.5 기관별 Mobile GIS 서비스 주요 활용 사례(국토교통부 2013b)

부서명	서비스 내용
행정안전부	생활공간지도(대국민용)
환경부	국립공원현장관리 시스템(내부용), 탄소배출량 계산기, 스마트폰용 환경통계(대국민용)
경찰청	Mobile 단속 관리 및 조회시스템(내부용), 운전면허 Mobile 서비스, 스마트폰 운전면허관리(대국민용)
산림청	산림정보검색, 휴양림 찾기 등(대국민용)
국토교통부	하천관리 정보, 수문조사시설, 항공사진, 항만운영 등(내부용) 실시간 교통정보, 수위정보, 부동산, 행정정보, 철도 등(대국민용)
특허청	Mobile 상품출원 시스템, 위조상품 단속지원 시스템(대국민용)
기상청	날씨정보(대국민용)

1.5 국내 민간부문 Mobile GIS

민간부문에서는 Mobile 서비스와 GIS가 결합된 솔루션 개발이 주로 이루어지고 있다. 일반적으로 스마트 단말기에 위치정보를 제공하는 서비스가 주를 이루고 있으며, 차량위치정보 및 교통정보서비스 등을 제공하는 솔루션을 개발하고 있다. Mobile GIS를 이용한 민간부문의 Mobile GIS 서비스는 다음과 같은 LBS 시스템과 차량항법시스템으로 구분된다.

□ LBS(Location Based Services)

LBS는 이동 중인 사용자의 위치정보를 다른 정보와 결합하여 사용자의 요청 또는 필요로 하는 부가적인 응용서비스를 제공하는 것을 의미한다. 위치기반서비스를 정의하기 위해서는 이동성을 위한 단말기, 무선 네트워크, 위치정보를 제공하는 솔루션, 부가서비스를 제공하기 위한 컨텐츠와 응용프로그램이 필요하다. 위치기반서비스는 GIS를 통한 위치정보와 GPS 및 통신 네트워크를 활용한 위치추적 기술을 이용하여 사용자의 다양한 위치정보서비스에 대한 요구 사항을 만족시키면서 다양한 위치기반의 시스템 및 서비스를 제공하고 있다. 또한, 기존의 지리정보시스템의 활용에 있어서 문제점으로 도출된 시간적·지리적 제약을 극복하고 사용자가 언제 어디서나 위치정보 서비스를 사용할 수 있는 무선 환경에서의 위치정보를 제공받을 수 있는 특징이 있다.

LBS 기술요소로는 측위기술, 위치서버, 응용서비스 기술, DB와의 연동기술로 구분될 수 있다. 측위기술은 사용자의 위치를 파악하기 위해 사용되는 기술이며, 위치서버는 위치값을 계산·가공하고 서비스 제공업자를 인증하며, 사용자와 서비스 업자를 등록하고 관리하는 전반적인 기능을 수행한다. 응용서비스 기술은 위치정보를 이용해 다양한 부가 서비스를 제공하기 위한 것이며 이에 따라 컨텐츠 DB 또는 GIS DB와의 연동 기술을 말한다.

□ 차량항법시스템 및 교통정보서비스 시스템

3차원 공간정보 기반의 차량항법시스템은 GPS 인공위성으로부터 정확한 위치정보를 수신받아 전자지도상에 차량의 현재 위치 및 진행방향 위치 표시, 우회도로 안내, 목적지까지의 최적경로 안내, 교차로 안내, 시설정보 안내 등 다양한 운행정보를 제공하고 있다. 또한, 상세하고 정확한 도로 및 시설물 데이터를 제공하며, 편리한 조작, 안전운행을 위한 음성 안내, 우회도로 안내, 목적지까지의 최적경로안내, 교차로안내, 시설정보안내 등 다양한 운행정보 제공과 3차원 로드뷰 기능, 빠른 경로검색 및 경로 이탈시 자동 경로 재 검색을 통하여 다양한 교통정보를 제공한다. 이는 공간정보 기반의 24개의 GPS 인공위성으로부터 정확한 위치정보를 수신받아 전자지도상에 차량의 현재 위치 및 진행방향을 표시함으로써 이루어진다.

1.6 지형공간정보 현황

1.6.1 지형공간정보의 종류와 운영

가. 지형공간자료의 종류

1) 지형 정보

지형공간정보의 운영기관은 1958년 4월 대통령령 제1363호에 따라 설립된 국방지리연구소를 모태로 2013년 3월 정부조직 개편에 따른 국토교통부로 개편된 국토교통부 국토지리정보원이다. 국토지리정보원의 업무는 지도의 제작 외에 국가, 지방자치단체, 그 밖에 대통령령으로 정하는 기관이 관계 법령에 따라 사업을 시행하기 위하여 기본측량을 기초로 실시하는 측량과 그 외의 자가 시행하는 측량 중 공공의 이해 또는 안전과 밀접한 관련이 있는 공공측량에 대하여 발주 및 작업 실시, 제출된 성과에 대한 심사를 수행한다.

국토지리정보원에서 제공하는 지도의 종류는 용도에 따라 표 1.3.6과 같이 대축척 지도, 중축척 지도, 소축척 지도로 구분하며 범위는 1/1,000 scale에서 1/1,000,000 scale까지 체계적으로 구분하고 있으며 표 1.3.7과 같이 목적별로 일반도, 주제도, 특수도로 구분하고 있다.

표 1.3.6 축척별 지도의 분류

구 분	대축척	중축척	소축척
범위	1/5,000 이상	1/10,000~1/100,000	1/100,000 미만
종류	1/1,000, 1/5,000	1/10,000, 1/25,000, 1/50,000	1/250,000, 1/1,000,000
용도	실시설계, 기본설계, 도시계획	도시계획, 지역계획	국토계획

표 1.3.7 목적별 지도의 분류

구 분	일반도	주제도	특수도
성격	전 영토에 대한 통일된 축척으로 국가가 제작하는 지도	특정 주제를 강조하여 표현된 지도로 색채·기호 등이 달리 표시	특수한 목적으로 사용하기 위하여 제작된 지도
종류	국가기본도(지형도)	토지이용현황도, 토지특성도 등	지질도, 해도, 교통지도, 관광지도, 기후도 등

2) 지적 정보

국토의 지적도정보는 1977년 수립된 대한지적공사(현 LX 대한지적공사)에서 생산 및 관리업무를 수행하고 있으며 1999년부터 2003년까지 5개년 계획으로 실시한 도면전산화 사업을 통해 국가지리정보사업의 기본정보로 관련기관이 공동 활용할 수 있는 기반을 조성하였다.

LX 대한지적공사는 지적도면 전산화 및 연속지적도면 구축사업을 통하여 국토교통부의 토지정책 기반자료를 제공하고 있으며, 이 정보는 관련기관의 GIS 정책입안의 중요한 기본도면으로 활용되고 있다. 특히 한국형 스마트 지적의 완성 및 첨단기술을 이용한 국토의 정확한 측량을 사업목표로 한 지적재조사사업은 국토를 새롭게 측량하여 정확한 지적정보를 기반으로 IT 기술과 접목하고, 3D 입체 지적정보 제공 등 한국형 스마트 지적을 완성하기 위한 국책사업을 2012년부터 2030년까지 시행하고 있다. 본 사업의 규모는 약 554만필지(전 국토의 15%)에 이르는 불부합지의 정리 및 전 국토 3,700만여필지의 디지털 지적 구축으로 총 사업비는 약 1조 3천억원에 이른다.

지적재조사 사업을 통한 공간정보 중 3차원 입체 디지털 지적정보는 지표, 지상, 지하의 정보를 등록함으로써 국민의 재산권을 보호할 수 있게 되며, 사회적 갈등 완화, 토지경계확인을 위한 지적측량 비용 감소의 효과가 있다. 또한 지표, 지상, 지하 정보를 통합 관리함으로써 토지이용이 편리하게 된다.

이러한 3차원 입체 디지털 정보는 BIM의 3차원 공간정보로 활용이 가능하며 설계단계에서부터 노선 개발에 따른 이해관계자의 협의 및 갈등 완화에 이바지 할 것으로 판단된다.

3) 지질 정보

국토해양부는 2001년부터 공공근로사업으로 지반정보 DB구축을 시행하기 시작하였으며 NGIS 구축체계사업으로 추진하기 위한 시스템을 개발하여 국토지반정보 DB포털(www.geoinfo.or.kr), 지반정보 유통시스템을 구축하였다. 2003년 전국토의 지반시추정보를 체계적으로 관리하고 재활용하기 위하여 2003년에 한국건설기술연구원을 지반정보 전문기술지원기관으로 선정 운영하고 있으며

2007년 「지반 조사성과 전산화 및 활용에 관한 지침」을 제정하여 국토지반정보 통합DB 센터화 사업을 추진 중에 있다(그림 1.3.6). 사업의 효과를 높이기 위하여 2012년부터 민간부문의 시추정보도 확대 구축하였다.

향후 구축될 시추정보 DB는 전국에 분산돼 있는 지질, 탄광, 지하수 등 타 지하정보와의 연계활용에 미흡하다는 지적에 따라 지하공간정보의 기반이 되는 시추정보를 본격적으로 연계·활용할 수 있도록 전산화사업의 전면개편을 위한 추진전략(ISP)이 2013년에 수립되었다.

공공 및 민간부문의 미구축 지반조사성과의 조사 및 수집을 통한 DB구축과 건설현장에서 입력한 지반조사성과 입력 DB에 대한 검수 수행, 건설현장 방문을 통한 지반정보 입력 정확도 성과 검사 및 입력 지원, 지반정보 발주기관 및 건설현장의 지원 업무를 수행한다. 이를 통해 3차원 지층분포, 지하수위 분포 등의 가시화 기능과 3차원 시추공검색, 인접지역 분석 등 3차원 공간 검색·분석 기능을 개발하여 시범지역을 대상으로 제한된 기능만 구현중인 3차원 지반정보 기능을 대폭 개선하고 있다.

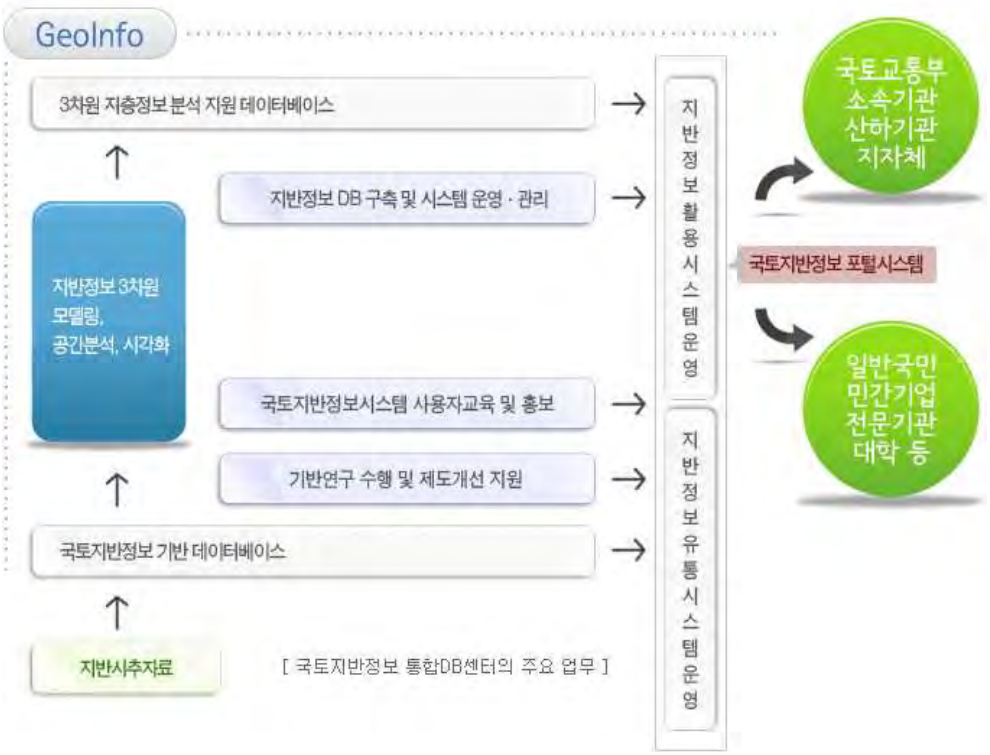


그림 1.3.6 국토지반정보 통합DB센터의 주요 업무

4) 기상 정보

도로의 설계 시 기상 자료는 포장구조 및 배수시설, 하천 교량의 시설규모를 결정한다. 포장구조의 경우 동결지수 및 동결기간, 설계 지점 인근의 측후소 지반고 등의 자료가 적용되며 배수시설과 교량의 경우 과거 홍수이력, 설계발생빈도, 설계강우강도, 홍수량 등의 기상자료가 설계에 활용된다. 대부분의 자료는 기상 자료에 기초하여 관련 기준에 명기되어 있다.

평균기온, 강수량 등 기상자료는 기상청에서 제공하는 기상연보를 기준으로 하며 전국 68개 주요 지역에 위치한 관측지점을 대상으로 한다. 각 자료는 월간, 년간으로 구분하여 강수량, 바람, 강설, 온도 등의 기상자료를 확인할 수 있다.

하천설계기준 등에서 배수시설 등 수공구조물의 설계강우량에 대한 기준은 「한국 확률강우량도」로서 국토해양부 하천계획과에서 관리하며 확률강우량도 홈페이지(www.k-idf.re.kr)에서 전국 임의 지점에 대한 확률강우량 관련 자료 및 개정 이력, 면적우량환산계수(Areal Reduction Factor), 강우 시간분포 등을 확인할 수 있다.

5) 교통 정보

도로의 규모 산정 시 교통량 수요 예측은 도로・철도 부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정・보완연구(제5판) 및 교통시설 투자평가지침에 따라 검토하며 발생량 산정은 국가교통DB에서 조사된 발생교통량 원단위를 기준으로 한다. 현재 교통자료는 국토교통부에서 운영하는 국가교통DB와 교통량정보제공시스템(TMS)가 있으며 주요 운영 현황은 표 1.3.8과 같다.

표 1.3.8 교통정보 운영 센터

구 분	운영기관	현 황
국가교통DB	국토교통부	· 여객통행 · 화물통행실태조사, 교통시설 인프라조사, 특별수송대책조사, 교통유발원단위조사, 자동차이용실태조사 등 국가교통조사자료 제공 · 주요 교통관련 통계자료 및 지표 등 제공
교통량정보제공 시스템 (TMS)	국토교통부	· 전체도로현황, 도로등급별 현황, 등급별 서비스수준, 상시조사지점 교통량 제공 · 노선별 이용차량, 주행거리별 이용차량, 5년 지역별 인구 , 교통량 통계연보 등 관련 통계자료 제공

그 밖에 고속도로 및 국도, 지방도, 시도 등 도로 운영 주체별로 일반 교통상황 및 대중교통 정보, 기상정보, 각종 교통관련 통계분석 자료 등을 제공하는 시스템을 국토교통부 및 각 지자체, 경찰청 등에서 정보를 수집, 가공하여 표 1.3.9와 같이 제공하고 있다.

표 1.3.9 교통정보 제공 센터

구 분	운영기관	현 황
국가교통정보	국토교통부	· ITS 국가교통정보센터 및 대중교통통합정보(TAGO)의 통합 교통정보 제공 · 실시간 교통정보, 대중교통정보 제공
ITS 교통정보센터	국토교통부	· 고속도로 및 일반국도, 지방도 및 시 · 군도 등의 교통정보 및 기상청의 기상정보 수집 · 수집된 정보의 융합 및 전국 통합 콘텐츠화를 통하여 대국민 및 유관기관 교통정보 제공, 교통정책기관 통계분석 정보 제공
각 지자체 교통정보센터	서울시 등 주요 지자체	· 관할구역의 주요 도로의 소통현황에 대한 시각화 정보제공 · 승용차, 버스 등 이용수단별 소통현황과 운영정보, 돌발 및 통제정보 제공
중앙교통정보센터 (UTIS)	경찰청	· 소통정보, 돌발정보, CCTV, 경로탐색, 교통안전데이터 제공 · 주요 도로의 연/월/일/요일/주말/평일별 구간 통행 소요시간, 평균속도 제공
교통사고분석시스템 (TAAS)	경찰청	· GIS 교통사고 주제도, 지역별 교통사고 검색, 노선별 교통사고 검색 · 교통사고 통계자료 제공

6) 인구통계 정보

인구에 대한 통계자료는 통계청의 국가통계포탈에서 제공되고 있으며 GIS 기반으로 지형도상에 각종 통계자료를 검색할 수 있는 통계지리정보시스템도 운

영하고 있다(표 1.3.10). 또한 각 지자체별로 해당 지역의 인구, 가구, 주택, 사회, 경제 자료 등을 수집하여 년 단위의 통계자료를 제공한다.

표 1.3.10 인구통계자료 제공 센터

구 분	운영기관	현 황
국가통계 포탈 (KOSIS)	통계청	· 국내 및 지역의 주제별, 기관별 통계자료 제공 · 인구 총조사, 인구동향조사, 인구밀도 및 이동 등 제공
통계지리정보 서비스	통계청	· GIS 기반 행정구역단위의 시각화된 지역 통계를 지도상에 구현하여 인구동태 및 밀도, 등록 인구수 등을 제공 · 10년간의 센서스 통계 변화를 시각적으로 비교 분석하여 제공하며 보도자료의 월간 주요 수치도 제공

나. 지형공간 자료의 운영 실태

지형도, 지적도 및 지질 자료 등은 관련법규 및 지침에 따라 관리기관이 상이하며 각각의 목적 및 주제에 따라 정보포탈로 제공되고 있다. 각각의 정보는 관련 홈페이지를 통해 대부분의 자료가 열람 가능하나 지질 자료의 경우 별도의 인증 절차를 거쳐야 이용이 가능하다. 지형정보의 경우 국토지리정보원에서 축척별, 목적별로 지형도면을 구축하고 있으며 시 단위 이상의 지자체에서도 지형도면을 구축하여 제공하고 있다.

국토해양부는 2011년 국토지리정보원과 서울·인천 등 8개 지방자치단체에서 분산·운영되던 지도정보 온라인 유통시스템을 통합하여 국토해양부 국가공간정보유통포털에서 일괄 운영하고 있다. 본 시스템은 국가·공공기관·민간기관 등에서 생산 보유하고 있는 지형도, 해양예보, 전자해도 정보 등 31종의 지리정보를 유통하는 시스템으로 유통된 정보 중 지형도의 이용율이 가장 높은 것으로 조사되었다.

이밖에 도로 계획 및 건설 시 필요한 지형공간자료로는 지하매설물이 있다. 최근 지하매설물의 설치관리는 GIS 정보를 활용하여 정확한 위치정보의 구축이 가능하나 기존 매설물의 경우 도상 위치정보의 전산화에 따라 현장에서의 위치확인이 필요한 경우가 많다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 국토해양부에서는 지하매설물 관리체계 개발계획을 수립하여 지하매설물 관리체계 개발과 관련된 일반사항, 지하매설정보수집 절차 및 방법, 지하매설물 관리체계 개발 방안 등 관리주체와 정보수집 대상, 관리체계 등에 대한 방향을 제시하였다. 또한

기관별로 구축한 지하시설물 정보를 공동이용하기 위해 표 1.3.11과 같이 '09년부터 7대 지하시설물을 통합하고 활용시스템(4종)을 보급하여 운영 중에 있다. 지하시설물 통합 DB 구축 항목은 표 1.3.12과 같다.

현재 지자체별 정보통신과에서 통합된 지리정보시스템 DB를 통하여 지하매설물의 종류와 규모, 관리기관 등을 확인할 수 있으며 한국전력, KT 등 관련기관의 매설 시설물의 확인도 가능하다. 다만 이러한 지하매설물의 경우 시설물의 특성 상 자료 공유가 매우 엄격하여 목측에 의한 열람만 가능하여 실제 도로 설계 시 애로가 있다.

표 1.3.11 7대 지하시설물 활용 현황

구 분	활용주체	활용 내용
지하시설물 통합관리시스템	지자체, 관리기관	지자체 및 관리기관에서 관리되는 7대 지하시설물 통합정보를 웹을 통해 관련기관에서 공유·활용하는 시스템
웹시설물 관리시스템	지자체	지자체에서 관리되고 있는 도로, 상수도, 하수도 등 개별 시설물 정보를 관리자가 업무에 활용할 수 있도록 구축된 행정정보시스템
도로점용, 굴착 인허가시스템	지자체, 관리기관, 매설공사 업체	지하시설물 매설을 위해 필요한 도로점용 및 굴착민원을 신청에서 허가까지 원스톱으로 처리할 수 있는 온라인 민원시스템
공간정보 자동갱신 시스템	지자체, 매설공사 업체	지하시설물 매설공사 시 측량을 통한 구조화된 준공도면 제출을 의무화한 개정 도로법을 반영하여 제출된 준공도면의 정합성 검사 및 DB반영 작업을 지원하는 시스템

표 1.3.12 지하시설물 통합 DB 구축 항목

구 분			통합 DB 구축 항목
지자체			도로 : 도로노선, 도로구간, 도로시설물 등 상수 : 상수맨홀, 상수관로, 변류시설, 소방시설, 상수관로심도 등 하수 : 하수맨홀, 하수관거 등
관리기관	광역상수도	한국수자원공사	상수맨홀, 상수관로, 상수터널, 변류시설, 소방시설, 상수관로심도 등 6종
	전력	한국전력공사	전기맨홀, 전력주, 전력선로, 전력구, 개폐기, 변압기, 지중환기구, 전기심도 등 8종
	통신	KT, SK브로드밴드, LG U+ 등	통신맨홀, 통신주, 통신선로, 통신구, 통신심도 등 5종
	가스	한국가스공사	가스맨홀, 가스배관, 정압기, 가스밸브, 방식전위관측함, 가스배관심도 등 6종
		도시가스(33개사)	
	난방	한국난방공사	난방맨홀, 난방열배관, 난방누수감지기설치함, 핸드홀, 에어밴트 난방배관심도 등 6종

1.6.2 지형공간정보의 통합 현황

현재 정부는 「국가공간정보에관한법률(2009.05.22)」 제2조 제6항에 '기본공간정보 데이터베이스'를 기반으로, 중앙행정기관, 지방자치단체, 공공기관 등에서 구축한 국가공간정보체계를 통합 또는 연계하여 국토교통부장관이 구축 운용하는 공간정보체계로 통합하였다. 이러한 국가공간정보통합체계는 공간정보의 중복 구축과 갱신 비용을 절감하고, 각 부처의 토지 이용 및 규제 정보 등 다양한 토지관련 정보를 다양한 사용자가 일목요연하게 볼 수 있도록 제공하며 대국민 서비스의 개선과 과학적이고 합리적인 정책 수립을 지원한다.

가. 추진 경과

공간정보 구축사업은 지난 95년 이래 시행된 국가GIS (Geographic Information Systems) 사업 이후 양적, 질적으로 비약적인 성장을 이루었으나, 대부분의 GIS시스템이 조직과 업무별로 구축되어 시스템 간 자료를 공유할 수 없는 문제가 발생되었고 이는 공간자료의 중복 구축 등 문제점으로 지적되었다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 국토해양부와 행정안전부는 '08년 각종 공간정보시스템의 연계·통합을 추진하기로 하고, '09년에는 각 기관별 공간정보를 연계하기 위한 표준시스템 개발, 공간정보 DB 및 행정 주제도 구축 등의 사전준비를 하여 8개 시도 와 36개 시군구에 시범적으로 적용하였다. '10년부터 '12년까지는 확산 단계로서 다양한 애플리케이션의 개발과 보급을 통해 국가공간정보통합체계의 활용성을 극대화하고, 국토의 보존과 관련한 임상도, 문화재, 연안정보도 등을 단계적으로 구축하였다. 또한, 전국의 광역자치단체와 기초자치단체에 국가공간정보통합체계를 확산하고, 부처별로 개별 보유하고 있는 다양한 공간정보를 연계하여 공동 활용할 목적으로 진행 중이다.

나. 통합 서비스 체계

국가공간정보통합체계의 서비스 체계는 지방자치단체 내부 서비스(표 1.3.13)로서 공간정보 및 표준체계 공유, 정보 활용체계의 표준화 확대, 외부기관의 정

보 활용 서비스를 제공하며 중앙부처 및 유관기관 서비스(표 1.3.14)를 위해 외부기관의 공간정보제공, 공간정보 카탈로그, 국토정책수립 지원 서비스를 수행하고, 대국민 서비스를 위한 공간정보 포털기반, 공간정보 유통기반, 공간정보 융/복합 산업기반 제공 등과 같이 자치단체, 중앙행정기관 및 대국민 전반에 걸쳐 공간정보와 그의 활용을 위한 체계 공급이 국가공간정보통합체계의 주요 목적이다(표 1.3.15).

표 1.3.13 지방자치단체 내부 서비스

구 분	내 용
공간정보 및 표준체계 공유	· 자치단체에서 운영하는 유관 정보시스템과 공간정보의 수평적 연계에 의한 공유 및 활용 · 국가공간정보기반의 표준체계를 적용한 공간정보의 활용범위 확산을 통하여 자치단체 공간정보 활용체계의 표준화 확대
행정업무의 공간정보 연계	· 업무간, 조직간 협업체계 지원을 위한 공간정보의 수직·수평적 행정업무 연계 활용 · 시설물관리, 지도점검, 현장조사, 보고통계 등의 행정업무 분야에 공간정보 활용
외부기관의 공간정보 활용	· 외부기관의 정책지원, 행정처리, 학술연구, 개발사업 등에 공간정보 연계 및 매쉬업 서비스

표 1.3.14 중앙부처 및 유관기관 서비스

구 분	내 용
외부기관의 공간정보 제공	· 국가공간정보통합체계의 통합 공간정보를 필요로 하는 수요기관에 관련 정보를 발췌하여 제공 · 제공된 자료의 위·변조 및 오용을 방지하기 위한 보안 적용
공간정보 카달로그 서비스	· 국가공간정보통합체계 및 유관 GIS시스템에서 보유하고 있는 각종 공간정보의 제공 및 서비스 지원 · 국가공간정보통합체계의 통합창구를 통하여 접근통제 처리
국토정책수립 지원 기반 제공	· 균형있는 국토의 개발과 보전을 지향하는 효율적인 국토정책수립 지원을 위한 통합 공간정보 제공

표 1.3.15 대국민 서비스 및 기타

구 분	내 용
공간정보 포털 기반 제공	· 공간정보 대민 포털을 통하여 일반국민에게 온라인·원스탑 서비스로 제공되는 기반정보 제공
공간정보 유통 기반 제공	· 국가공간정보통합체계에서 관리되는 다양한 종류의 공간정보를 국가 GIS유통체계를 통하여 제공
공간정보 융·복합산업 기반 제공	· 유비쿼터스, 모바일, 가상공간 등의 융·복합 산업분야에서 활용되는 기반 공간정보 제공

그림 1.3.7과 같은 국가공간정보통합체계 활용은 국가 공간정보의 개방 API를 통해 공간정보의 자율적이고 창조적인 다양한 애플리케이션을 개발할 수 있도록 서비스를 공유하며, 매쉬업(Mash-up)을 통하여 웹상의 정보와 서비스를 융합하여 새로운 소프트웨어나 서비스, 데이터베이스 등을 생성할 수 있다.



그림 1.3.7 국가공간정보통합체계(국토교통부 2014a)

국가공간정보통합체계는 2013년 이후 중앙부처, 민간 및 국민이 활용하는 고도화 단계로 진입하였으나 축적된 자료가 아직까지는 전국의 모든 행정구역을 포함하지 못하고 있으며 지형도면을 제외한 제공 정보가 설계 자료로서의 호환에 어려움이 있다. 도로의 계획 시 공간 정보는 지형정보 외에 기상정보, 지질정보, 도시계획을 포함한 지적 정보, 지하 시설물 정보, 교통정보 등을 필요로 한다. 현재 주제별로 구분되어 있는 공간정보의 통합에는 자료의 생성 및 관리 등의 측면에서 어려움이 예상되나 공간정보로서의 기능을 공유하기 위한 3차원 입체정보로 제공할 필요는 있다. 또한 지형정보의 경우에도 평면현황 상 3차원 위치정보화 되어 있으나 지하차도, 고가차도 등 입체 구조물에 대한 공간 정보의 제공도 고려해 볼 필요가 있다.

2. 국외 GIS 등 공간정보 구축 및 개발현황

공간정보 기술 분야 선진국의 경우 원시공간정보 획득의 범위 및 방법의 다양화, 가공기술의 고도화 등을 통해 공간정보 기술의 범위를 전 산업 분야로 확대하고 있다. 특히, Google의 경우 지구상 존재하는 모든 자연물과 인공구조물들을 3D 모델로 만들기 위해 노력을 기울이고 있다. 또한, 기 구축 모델의 과거와 현재의 비교기능을 강화하기 위해 2009년부터 위성영상 추가 및 갱신 주기를 1개월에 한번씩 실행하고 있으며, ESRI의 경우 라이센싱을 통해 획득한 원시정보를 솔루션과 함께 제공하며 전세계를 대상으로 클라우드 기반의 공간정보서비스를 제공하고 있다.

2.1 공간정보 활용을 위한 개방형 인프라 구축 분야

일본 통신사 KDDI는 GPS 신호가 없는 실내에서도 이용자의 도보수와 보폭을 이용해 위치를 측정하는 새로운 실내 측위방법을 공개하였다. 또한, 일본의 인텔리전트 기준점을 개발하여 보행자에게 이동방향과 거리, 주변 정보를 문자나 음성으로 안내하고 있다. 미국은 약 260만개의 지상, 위성, 선상 중력자료를 이용하여 지오이드 모델(USGG2003)을 개발하였고, NAVD88 기준으로 처리된 미국 전역 총 14,000여개의 GPS/Leveling 자료를 이용하여 고정밀 GEOID03 모델을 개발하고 있다. Google, Microsoft, Yahoo 등 글로벌 포털 기업은 각각 제공하는 공간정보서비스의 Open API를 제공하여 사용자들에게 공간정보의 응용기반을 제공하고 있다. Open Street Map은 지도를 제작할 수 있는 도구를 제공하여 사용자에 의한 세계지도 제작 프로젝트를 진행하고 있으며, Foritus One은 사용자들이 더욱 편하고 구체적인 정보가 담긴 지도를 만들 수 있는 포털 서비스인 GeoCommons를 제공하고 있다. 스마트폰 등 GPS가 부착된 개인정보기기의 보급 및 프로슈머의 등장과 함께 사용자가 직접 공간정보를 생산, 가공, 활용하는 사례가 증가하고 있다. 표 1.3.16은 국외 공간정보 시장을 선도하는 주요 업체별 특징 및 중점분야를 나타낸 것이다.

표 1.3.16 국외 공간정보 시장을 선도하는 주요업체

업체명	업체별 특징	중점분야
ESRI (미국)	- GIS 소프트웨어 및 서비스 제공 - 공간정보 데이터의 제공 - ArcGIS, ArcSDE, ArcIMS 등	GIS 소프트웨어 및 서비스, 웹기반 맵핑
BAS System (미국)	- SOCKET SET - 디지털 사진측량을 이용한 지도제작 및 자원관리 - 3차원 시뮬레이션 및 가시화	사진측량, GIS 솔루션
Leica (독일)	- 사진측량을 이용한 매핑 - Erdas Imagine, Socket set 등과 같은 다양한 원격탐사 및 사진측량 소프트 웨어 제공 - 항공사진기, LiDAR GPS등의 생산	사진측량, 맵핑, 항공기기반센서, 원격탐사자료 프로그램 제공
Macdonald Dettwilder (미국)	- Radarsat의 발사 및 활용(RSI) - ENVI등 다양한 원격탐사 자료처리 솔루션 - 사진측량(Triathlon, MD Atlantic)	위성제작 및 발사, 부동산 및 소유권정보관리, 원격탐사자료처리 솔루션
Lizard Tech (미국)	- ISO 표준인 JPEG2000을 이용한 고해상도 영상의 압축 및 활용서비스 제공 - 웹상에서의 영상전송 등 영상정보자료의 저장 및 배포	이미지 프로세싱 및 고해상도 디지털 자료의 공급
Autodesk (미국)	- 토목구조물의 건설 및 유지관리 - 매핑 및 공간정보자료 관리 - 기반시설관리	매핑 및 공간정보관련 솔루션, 도면제작 및 관리
ER-Mapper (호주)	- 빠른 이미지 프로세싱 - 다른 분야의 적용 또는 다양한 이용자에 의한 접근성 용이 - 환경, 토지, 산림, 유전 등에 대한 적용 능력과 컨설턴트 능력 갖춤	이미지 프로세싱, 매핑 및 토지정보 관리, 시스템 통합
CCRS (캐나다)	- 미네랄, 오일, 가스, 환경평가, 토지이용 계획에 대한 의사결정 제공 - 환경 재난에 대한 대책 마련 계획	환경평가, 이미지 데이터 제공
Terrasolid (핀란드)	- TerraScan 등의 제품을 이용한 ground surface model(TIN) 제작 - TerraPhoto, TerraMatch 등의 제품을 이용해 쉽고 간단한 이미지 프로세싱 가능	레이저 매핑 이미지 프로세싱
Intel (미국)	- 학계와 산업계 등과의 협력을 통해 다양한 센서 네트워크 프로젝트들을 적극적으로 진행시키고 있으며, 헬스케어와의 환경관측 등에 대한 연구를 활발히 진행	센서 네트워크
IBM (미국)	- 스위스 취리히 연구소에 센서 네트워크 테스트베드를 구축하고, 기업 컴퓨터 망과 인터넷을 센서 네트워크에 통합하여 센서부터 마지막 응용 애플리케이션에 이르기까지 다양한 솔루션 제공을 목적으로 프로젝트를 진행	센서네트워크 통합 솔루션
Intergraph (미국)	- Computer Graphics System 분야 (CAD, CAM, CAE) 제품 업체 - 기계설계 및 제작, 플랜트 엔지니어링 건축 및 토목, 지리 정보 및 지도제작, 조선 및 해양, 기술정보 관리 및 SI 컨설팅 서비스	GIS 소프트웨어 분야
Bentley (미국)	- 전 세계 기간설비의 건설 및 유지보수의 모든 단계에 필요한 소프트웨어 제공 - 설계, 엔지니어링, 건축, 토목 및 지리공간 제품 제공	GIS 소프트웨어 분야
Honeywell (미국)	-차량 번호판 인식 시스템, 불법 주정차 단속 시스템, 원격운영 무인 방법 시스템 등 센서를 이용한 통합 보안 솔루션 보유 - 보안 분야에 필요한 다양한 기기들을 보급	보안분야

2.2 3차원 GIS 도시구축 기술

선진국의 경우 주요 도시들이 효율적인 도시관리 및 시정홍보를 등을 위해 3차원 도시(3D-City)를 모델화하여 구축하고 있다. 미국의 Virtual 3D-City 프로젝트는 카 내비게이션, 응급구조관리, 훈련/홍보 및 교육분야에 3차원 공간정보를 활용하여 도시설계를 진행하고 있다. 또한, ESC(Environmental Simulation Center)에서는 도시계획이나 도시설계 과정에서 3차원 공간정보 기술을 적용하여 시민의 거주적합성을 개선하여 나가고 있다.

영국의 경우 효과적인 전자정부 실현을 위해 런던대학의 공간분석센터에서 추진중인 프로젝트를 통해 관광, 도시계획 및 대국민홍보 등의 콘텐츠를 적용시키고 있으며, 공간정보 기반의 3차원 예오빌 마을(3D-Yeovil Town)을 구축하고 웹 GIS 서비스를 통해 지역경제 활성화 및 고 건축물 홍보 등 지역 커뮤니티 홍보 및 관광정보를 제공하고 있다. 핀란드는 헬싱키의 'Arena 2000 Real Cyber City'프로젝트에서 가상현실 도시를 구축하여 3차원 GIS 서비스를 통해 교통제어, 화재/사건/사고 감시 및 관광 분야 등에 활용하고 있다. Google과 Microsoft는 'Google Earth', 'Virtual Earth' 등 자사의 플랫폼을 기반으로 3차원 지도 데이터를 제공하고 있으며, 3차원 구축영역을 급속히 확대시켜 나가고 있는 추세이다. 아울러 국제표준화기구인 ISO/TC 211에서는 3차원 공간정보 데이터 모델인 'CityGML'을 국제표준으로 제정 중이다.

2.3 3차원 지도 데이터 서비스 기술

Google은 미국항공우주국과 공동으로 진행하고 있는 world wind 프로그램을 통해 Digital Earth를 구현하여 교육 및 과학연구 분야에 시각적 효과를 제공하고 있다. 이는 단순한 Geo-Spatial Viewer 수준을 넘어선 Keyhole Markup Language기반 편집기능과 다양한 레이어 부가기능까지 갖춘 지능적인 3차원 지리공간 시각화도구로 자리매김 되고 있다. 또한, 다양한 주제의 레이어를 활용하여 Local은 물론 지구전체의 환경・자연・문화・사용자 정보를 레이어로 제공하고 있다.

2005년 이후 Microsoft, Yahoo 등 글로벌 온라인 서비스 업체들도 경쟁적으로

3차원지도 서비스를 추진하여 2차원과 3차원이 통합된 형태의 글로벌 지도 서비스를 제공하고 있다. 영국은 폐쇄적인 라이센스 정책과 고가격의 데이터에 대응하여 위키피디아의 성공사례를 밴치마킹하고 시민들 스스로가 지도를 만드는 프로젝트를 시작하여 북미와 유럽지역에서 기존의 상용 지도 서비스를 위협할 정도로 빠른 발전을 보이고 있다.

2.4 Mobile GIS 기술개발 현황

미국 오바마 정부는 공공정보의 개방과 이용 활성화를 위해 공간정보 데이터 기반의 'Data.gov'를 2009년 5월부터 시작하였으며 국가안보 및 재난관리 정책에 가장 적극적으로 Mobile GIS 기술을 적용하여 목적에 따른 정보제공, 상황대응, 예방 및 시민의식 개선과 홍보, 온라인 기부와 자해복구 등 폭넓은 정책에 활용하고 있다.

유럽의 경우 국가적인 LBS시장이 이미 활성화 되어있고 무선 인터넷 통신망 사업자의 위치추적 시스템이 계속 구축되고 있으며 위치정보 관련 시스템 구축 및 서비스 업체의 수가 급격하게 증가하고 있는 실정이다. 영국의 경우 국가 공식 웹 사이트 'Directgov'를 통해 교통정보 등 공간정보를 이용한 서비스를 실시간으로 제공하는 스마트폰 어플리케이션을 구축하고 서비스를 실시하고 있다. 교통정보 어플리케이션의 경우 상세한 지도를 시민들에게 온라인으로 제공하고 도로 환경을 개선하는데 참여할 수 있는 위치기반 웹서비스를 운영 하고 있다.

일본 KDDI는 GPS기반의 LBS를 제공하여 'NTT도코모'도 핵심 기술의 국산화를 통해 기상, 교통 등 다양한 응용서비스를 제공하고 있다. 일본 정부는 공간정보 기반의 'i-Japan 2015' 전략을 발표하고 디지털 기술에 의한 새로운 행정개혁을 추진하면서 시민의 편익향상과 행정사무 간소화 등 눈에 보이는 행정정보화를 추진하고 있다.

호주의 경우 공간정보와 Mobile 기술을 통한 시민과의 정보공유와 전달체계를 목적으로 'Emergency 2.0 Australia'를 추진하여 각종 재난과 재해 및 위험상황에 대해 중앙정부의 범국가 차원의 공동 통합 운영 체계를 마련하고 있으며, 핀란드의 경우 에너지 수송 부분에 공간정보 기반 Mobile GIS와 Network Information System을 이용하여 서비스를 제공하고 있다.

3. 도로 사업 관련 GIS 공간정보 구축 및 개발현황

3.1 기본 수치지형도 구축 현황

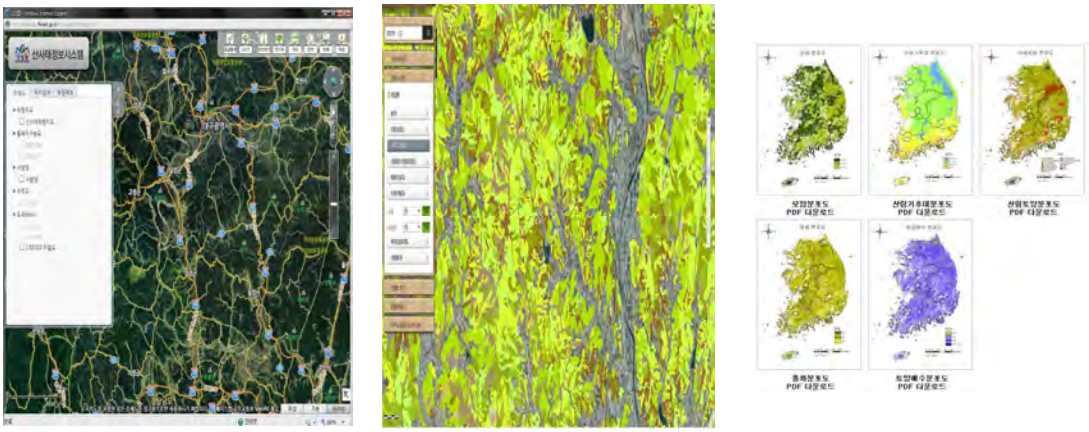
국내에서는 현재 국토지리정보원에서 1/1,000, 1/5,000 및 1/25,000 수치지도를 제작하여 서비스 중이다. 구축된 수치지형도의 범위는 1/5,000 지형도 18,073 도엽, 1/25,000 지형도 844도엽 이다(2013년 기준). 1/1,000 수치지형도는 전국의 84개 시를 대상으로, 1/5,000 및 1/25,000 수치지형도는 전국을 대상으로 제작하여 서비스 중이다(표 1.3.17). 1/5,000 수지지형도의 경우 국토의 보전개발, 통계조사의 기초자료 제공 및 토지이용의 고도화를 촉진하기 위한 역할을 할 수 있는 대축척 지도로 활용하며, 건설공사 설계 또는 도로, 철도, 하천등 의 세부적인 국토개발에 활용 가능하다. 1/25,000 지형도는 지표면의 상황에 대한 측량 결과와 행정구역 등의 정보를 포함하고 있어 국토의 이용 개발과 각종 사업에 필요한 지도의 기본도면 및 교재 등으로 활용되고 있다. 현재 국내 수치지형도 구축 현황은 1/5,000 지형도 18,073 도엽, 1/25,000 지형도 844도엽이 구축되어 서비스 중이다.

표 1.3.17 수치지형도 제작 및 수정현황

	1/5,000		1/25,000	
	제작	수정	제작	수정
1993	150	-	-	
1994	100	-	-	
1995	4,426	-	-	
1996	4,170	-	159	
1997	3,389	-	-	
1998	1,676	-	360	
1999	1,994	-	-	
2000	539	-	235	
2001	43	582	32	
2002	-	1,202	-	
2003	37	3,088	-	136
2004	309	3,618	1	189
2005	188	3,087	-	142
2006	172	4,126	-	180
2007	235	2,626	-	120
2008	276	4,238	25	184
2009	236	5,259	32	261
2010	59	5,499	-	231
2011	74	6,825	-	341
2012	-	10,490	-	486
2013	-	7,248	-	345
합계	18,073	50,640	844	2,270

3.2 주제별 Digital Map 구축현황

산림청의 경우 그림 1.3.8과 같이 다양한 산사태 발생인자 중 영향이 큰 9개 인자를 선정하여 산사태 위험지도를 제작하여 서비스 중이다. 또한 산림분포의 현황 파악을 위한 임상도, 산림경영, 산지관리, 환경영향평가 등에 필요한 입지·토양환경에 대한 정보제공을 위해 1:50,000의 산림입지토양도를 제공하고 있다.



〈산사태위험지도〉 〈임상도〉 〈산림입지토양도〉

그림 1.3.8 산림청 주제도 구축 현황(산림청 2014)

환경부의 경우 전국자연환경조사 및 자연환경 GIS DB를 기반으로 생태 자연정보를 제공할 수 있는 환경공간정보 서비스 시스템 'EGIS'를 구축하여 운영 중이다(그림 1.3.9).



〈토지피복도〉 〈생태자연도〉

그림 1.3.9 환경부 EGIS 제공 주제도 정보(산림청 2014)

3.3 지반정보 유통 시스템

국토부는 지반정보 DB 구축을 위해 국토지반정보 DB포털에 지반정보 유통 시스템을 구축하고 있다. 2003년 전국토의 지반 시추정보를 체계적으로 관리하고 재활용하기 위하여 한국건설기술연구원을 지반정보 전문기술지원기관으로 선정하여 운영하고 있다. 또한, 2007년 '지반 조사성과 전산화 및 활용에 관한 지침'을 제정하여 국토지반정보 통합DB 센터화 사업을 추진 중이다(그림 1.3.10).



그림 1.3.10 국토교통부 국토지반정보 통합 DB 센터(국토지반정보 통합 DB 센터 2014)

3.4 지하시설물 통합관리시스템

국토부에서 2009년부터 관리기관별로 구축된 7대 지하시설물 정보를 통합하고 개발 보급을 위한 목적으로 추진되고 있다(그림 1.3.11). 현재 총 33만 km DB 구축이 완료(지자체 264,556km, 유관기관 73,976km)된 상태이며, 전체 시설물 통합관리 시스템, 시설물별 웹기반 관리 시스템, 지하공간 자동갱신 시스템, 도로점용굴착 인허가 시스템 등의 활용시스템의 확산을 추진하고 있다.



그림 1.3.11 지하시설물 통합체계 개념도 및 활용사례(국토교통부 2014b)

3.5 한국토지정보 시스템(Korea Land Information Systems: KLIS)

토지와 관련된 각종 정보를 전산화하여 통합적으로 관리하는 시스템으로 행정안전부의 필지중심의 토지정보시스템과 국토교통부의 토지관리정보시스템을 통합하여 구축하였다(그림 1.3.12). 현재 KLIS는 시/도별로 운영되고 있으며 토지거래허가, 부동산중개, 개발자부담금, 공시지가, 개별주택가격 관련 정보를 제공하고 있다.



그림 1.3.12 서울특별시 토지정보 서비스(서울특별시 한국토지정보시스템 2014)

3.6 농업토양정보시스템

농업토양정보시스템(그림 1.3.13)은 농촌진흥청 국립농업과학원에서 운영하고 있다. 토양도의 속성정보와 필지별 토양 검정정보 등을 인터넷을 통하여 제공할 수 있는 토양 환경지도를 구축하고 있다(표 1.3.18).

표 1.3.18 토양환경지도의 공간정보 구축 현황

서비스 범위	비 고
지형	-농업 환경정보 데이터베이스 구축 -전국 토양도, 편집지적도, 농지원부 연계 -토양환경지도를 통하여 검색할 수 있는 모든 토양 및 농업환경 특성에 대한 최소 행정구역 단위인 동, 리별 특성별 면적자료를 집계하여 제공
표토토성	
심토특성	
배수등급	
경사	
자갈함량	
유효토심	
토지이용	
논밭유형	
토양통	



그림 1.3.13 토양환경지도 서비스(흙토람 2014)

4. 시사점

국내 GIS는 민간부문으로부터 성장한 외국과 달리 국가 주도아래 국가지리정보시스템 구축사업을 계기로 성장하고 있다. 1960년대 후반에 도입한 항공사진 측량기술을 시작으로 과학적 국토 관리를 해온 정부는 부동산, 지적, 도시계획 제도의 확립 등을 통해 체계적이며 통합적인 국토공간관리를 수행하고 있다. 1995년도에 정부는 종이지도 등 아날로그 공간정보를 디지털화 하는 국가 GIS 구축사업을 착수하였으며, 공간정보기술과 IT기술의 발전으로 그 영역이 확대되고 있다.

공간정보산업은 2000년대까지는 공간데이터베이스 구축, 2005년 까지는 GIS활용시스템 구축, 최근에는 공간정보서비스산업으로 확대·성장하고 있다. 초기에는 데이터베이스와 시스템 구축에 주력하였으나, 정보통신기술의 발전에 따라 고도화된 활용시스템 개발 및 서비스 중심의 고부가가치 창출 산업구조로 급속하게 변화하고 있다. 2009년 실질 1인당 GDP 100배 성장, 세계 12위 경제대국으로 성장할 수 있었던 것은 공간정보를 활용한 국토의 효율적인 관리가 있었기에 가능하였다고 판단된다. 현재 국내의 GIS산업은 다양한 서비스와 정책개발에 활용되고 있으며, 900여개의 GIS 시스템 개발을 통해 중앙부처와 지방자치단체 등이 다양한 민원서비스, 정책개발에 활용하고 있다. 3차원 GIS 기술의 경우 국내 건축분야에서 실내의 2차원 및 3차원 설계·건설·관리를 위한 컨텍스트 정보를 포함한 세밀한 건물정보에 초점을 맞추어 정보를 제공하고 있으며, 현재까지 토목분야 국내 공간정보 정책은 정확한 측량과 지도제작 및 공공업무의 효율성 측면에서 추진되어 왔다. 향후 토목분야 전반에 걸친 라이프사이클의 패러다임 전환을 위해 공간정보기술과의 접목을 활용한 설계·시공·유지관리 분야의 새로운 서비스 창출과 기술개발을 위한 시각의 전환이 필요하다.

제4절 BIM 연구 및 기술개발 프로젝트 추진현황

1. 국내외 BIM 관련 논문 현황

1.1 국내 논문 분석

‘07～’13년도까지의 논문 분석 결과 현재까지 BIM기술 관련 논문 출판은 매년 증가 추이를 보이고 있었다. 국내 논문(145건)을 분야별로 분석해 본 결과, 건축 분야가 전체 출판된 논문 중 48%(70건)를 차지하는 것으로 나타나 가장 활발히 연구가 진행되는 것으로 파악되었으며, 토목분야의 경우 전체 출판 논문 중 9%(13건)를 차지해 연구개발 시작단계인 것으로 분석되었다. 생애주기 단계별 분석 결과, 설계단계의 연구가 38%(55건), 시공단계 14%(12건), 기획단계 9%(7건), 유지관리단계 6%(4건)로 나타나 설계단계에 가장 많은 연구가 진행되고 있었다(그림 1.4.1).

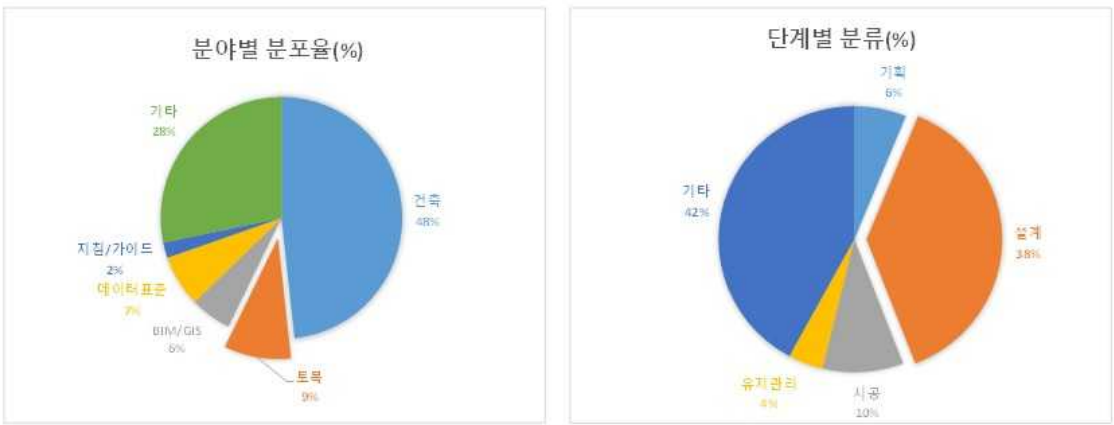


그림 1.4.1 국내 논문 분석 결과(분야별, 단계별 분류)

그림 1.4.2와 같이 목적별 논문 분류를 수행한 결과 3차원 적용(3D)이 71건으로 나타나, 현재까지 연구의 경우, 단순한 BIM 기술 적용에 머물러 있음을 알 수 있으며, 다음으로 융합 및 협업 관련 연구가 각각 16건으로 2위를 차지해 BIM 활용 목적중 하나인 정보공유관련 연구가 활발히 진행되고 있음을 알 수 있었다. 다음으로 4D(공정), 5D(물량) 외, 리스크, 최적공간 분석 등 다양한 분

야에 활용되는 nD CAD 분야가 선정되어, 기존 BIM 기술 이외에 다양한 기술을 활용하려는 시도도 일어나고 있었다.



그림 1.4.2 국내 논문 분석 결과(목적별 분류)

1.2 해외 논문 분석

해외 SCI(E) 논문 분석 결과 '13년도 까지 논문 출판이 지속적으로 증가하여 온 것을 알 수 있으며, 그림 1.4.3에서 볼 수 있듯이 특히 '10년을 기점으로 현재까지 폭발적인 증가가 이루어 졌음을 알 수 있었다.

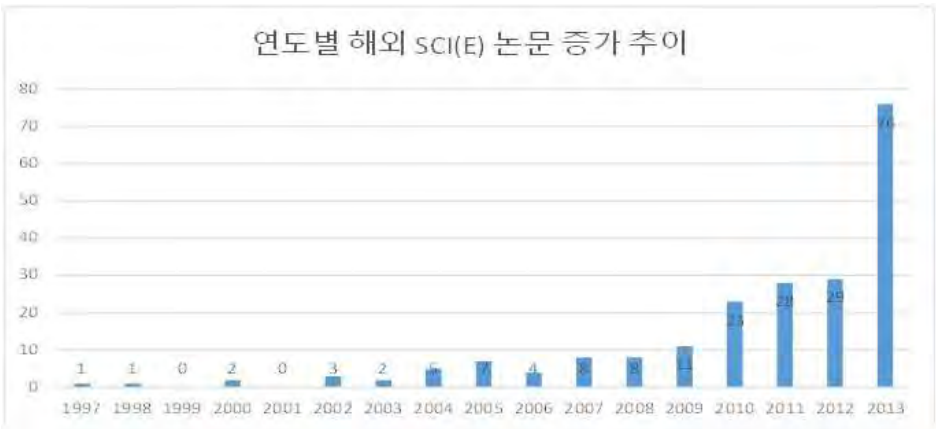


그림 1.4.3 연도별 해외 SCI(E) 논문 증가 추이

전체 222건의 논문을 대상으로 분야별 분포율을 살펴보면, 해외의 경우에도 역시 건축분야가 51%(114건)로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 다음으로 데이

터 표준이 16%(36건), 토목분야 7%(15건) 등의 순으로 분포되었음을 알 수 있었다(그림 1.4.4)

그림 1.4.4에서 단계별 분포의 경우, 국내 논문 분석 결과와는 달리 시공분야가 43%(94건)로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 설계가 22%(48건), 유지관리 및 기획이 각각 4%(10건), 3%(7건)를 차지하였다.



그림 1.4.4 해외 논문 분석 결과(분야별, 단계별 분류)

해외 논문의 목적별 분류를 살펴보면 4D(공정)분야가 41건으로 가장 다수를 차지하였으며, 이는 생애주기 단계별 분포 결과(시공단계가 다수)와 일맥상통하는 부분이라고 분석할 수 있었다. nD CAD분야가 4D 다음으로 2위를 차지하여, 기존의 공정 및 물량 외 다양한 분야로 BIM연구가 확장되고 있음을 알 수 있었다. 또한 협업, 융합 분야가 높은 위치를 차지하여, 국내 연구와 마찬가지로 BIM의 기본 목적인 정보 공유 및 활용 분야에 다수의 연구가 진행됨을 알 수 있었다.



그림 1.4.5 해외 논문 분석 결과(목적별 분류)

2. 국내외 BIM 관련 특허 현황

국내외 특허 검색결과에 의하면, BIM 기술자체는 프로그램 관련 기술이 주를 이루었으며, 건설 각 분야에 있어 필요에 따라 응용되고 있는 실정이다. 분석결과 도로분야 등 특정 공종에 국한된 특허는 검색되지 않았으며, 기술이 다양한 공정에 범용적으로 활용될 수 있도록 개방형 기술이 주를 이루고 있었었다. 국내외 특허 검색 결과 미국이 600여건, 일본/중국이 200여건, 대한민국이 140여건, 유럽이 80여건으로 검색되었다. 연도별 출원 건수 분석 결과 유럽(EP)을 제외하고는 대한민국(KR), 미국(US), 일본(JP) 모두 '07년 후반부터 BIM 기술에 대한 출원건수가 증가하는 추세를 보였다(그림 1.4.6).

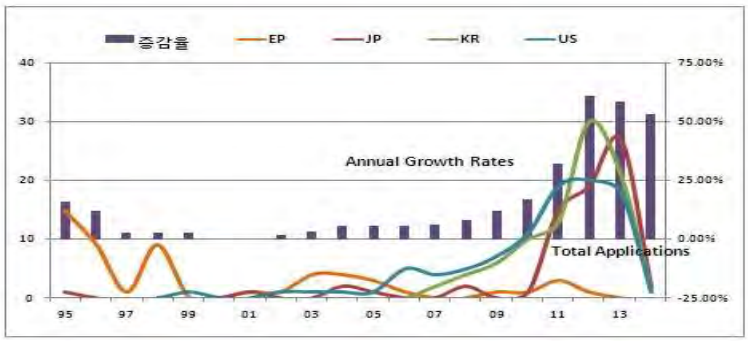


그림 1.4.6 국내외 BIM관련 특허 검색 결과 추이

그림 1.4.7과 같이 수집된 특허를 대상으로 기술시장 성장 단계 해석을 위한 특허 포트폴리오 동향분석을 수행해 보면 BIM 기술은 유럽, 미국, 일본, 대한민국 모두 성장기에 있음을 알 수 있으며, 대한민국의 경우에도 2020년까지는 증가할 것으로 판단되며 다양한 응용기술이 나올 것으로 예상된다.

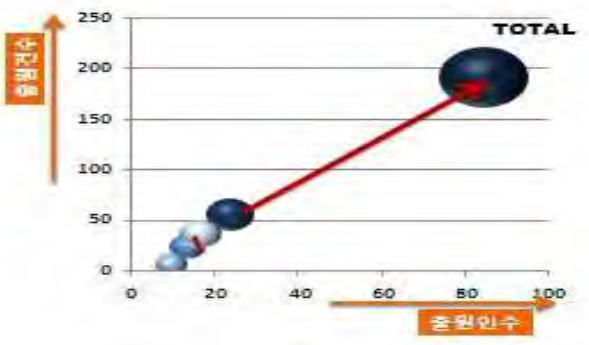


그림 1.4.7 BIM 기술 특허 포트폴리오 동향분석

3. 국내외 BIM 관련 프로젝트 추진현황

3.1 국내 BIM 관련 연구개발 현황

3.1.1 가상건설 시스템 개발

국토교통과학기술진흥원에서 발주하여 2006년부터 2011년까지 진행한 “가상건설시스템 개발”프로젝트는 국내의 대표적인 BIM관련 연구개발과제로 3차원 공간 및 설계 정보를 기반으로 건설 프로젝트 생애주기에 걸쳐 참여주체들이 효과적으로 정보를 생성하고 공유하며 관리할 수 있도록 하는 가상 건설 시스템 구축을 목표로 연구가 진행되었다. 가상건설 시스템 개발 연구단은 가상건설 기법을 활용한 구조설계, 설비 및 견적 자동화 시스템 개발, 가상현실 기법을 활용한 건설 기술 및 프로세스 시뮬레이션 시스템 개발, 3차원 건설정보기반의 의사결정지원시스템 분야로 연구가 수행되었다. 각각의 개발된 기술과 시스템의 적용 및 통합을 위해서 Test-Bed를 건물, 교량, 고속철도, 초고층빌딩, 도시설계로 이루어지도록 단계별 확장 방식으로 구성하였다. 3차원 가상건설 환경을 위해서 중요한 근거가 될 수 있는 VC 시스템 인증체계, 한국형 표준데이터 호환체계인 K-IFC 개발 및 활용지침, 3차원 설계지침서를 제시하고 이러한 새로운 설계환경에 적응하고 활용할 수 있는 교육프로그램을 개발하여 시행하였다. 연구결과를 활용하여 국가 전략사업 활용 방안을 제시하고 해외에 적용할 수 있는 전략과 체계를 구축하고자 하였다.

3.1.2 초고층 개방형 BIM정보환경 기술 개발

초고층빌딩 설계기술 연구단에서 건축분야 BIM관련 연구의 일환으로 “초고층 개방형 BIM정보환경 기술 개발”연구 프로젝트가 국토교통과학기술진흥원의 발주로 2009년부터 2014년 2월 까지 진행되었다. 초고층 건축물의 개방형 BIM 환경구축을 위하여 국제표준기반의 요소기술을 개발하고 이를 실무적으로 적용할 수 있도록 BIM 표준지침을 확보하여 초고층 연구 사업에 적용하고자 하였으며 표준기술을 실제 프로젝트에 활용하기 위하여 개방형BIM 속성기반(IFD) DB를 구축하여 제공하고 DB의 생성, 보급, 활용을 위한 컨텐츠 유통체계를 구축하고

자 하였다.

3.1.3 BIM/GIS 기반 건설 공간정보 융합기술 개발

한국건설기술연구원에서는 미래창조과학부 지원으로 “BIM/GIS 기반 건설 공간정보 융합기술 개발”이라는 프로젝트를 2012년부터 진행하고 있다. BIM/GIS 플랫폼 기반 건설공간정보 통합운영 기술 개발을 위하여 BIM/GIS 상호운용 개방형 플랫폼 개발, Infra BIM 정보모델 표준 및 검증 기술 개발, BIM/GIS 플랫폼 기반 건설 프로젝트 관리기술 개발을 목표로 2016년까지 연구를 수행하고 있다.

3.1.4 건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 BIM 기술 환경 구축

국토교통과학기술진흥원에서 발주하여 2013년부터 2016년까지 진행중인 “건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 BIM 기술 환경 구축” 연구개발과제의 경우 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축, 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발, 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발의 세 부분으로 나누어져 있으며, 향후 연구 결과의 세움터 연계를 통한 연구 결과 활용을 목표로 연구를 진행하고 있다. 연구수행을 통해 개방형 BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술개발을 통해 인허가에 활용되는 도서의 50% 상당을 자동화할 계획이며, 인허가에 사용되는 도서작성 시간을 1/3이상 단축할 것으로 기대된다.

3.2 해외 BIM 관련 연구개발 현황

3.2.1 미국

미국의 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서는 2004년 보고서를 통하여 미국 건설산업의 경우 건설소프트웨어의 정보 호환성 미흡으로 최소 150억 달러 이상의 비용 낭비가 일어나고 있으며 이를 극복하기 위해 통합 환경을 제공하는 BIM과 같은 정보화 시스템의 필요성을 강조하였다. 그 노력의 일환으로 NBIMS-US(The National BIM Standard - United States)와 같은 표준 제정을 통하여 시설물들의 친환경성을 높이고 호환성 부재로 인한 낭비를 줄이기 위한 노력을 진행하였으며, 국가 BIM 표준지침을 개발·보급하고, 시설물의 생애주기 동안 정보를 생성하고 관리하기 위한 가이드를 제공하였다. 또한 COBIE(Construction to Operation Building Information Exchange) 프로젝트 진행을 통하여 건설 전체 과정에서 발생하는 프로젝트 데이터들을 확보하고 전달하기 위하여 필요한 업무를 표준화하고 단순화하며, 프로젝트 데이터가 발생하는 해당 시점들의 데이터를 확보하여, 설계에서부터 건설 및 운영에 이르기까지의 정보 흐름 관리에 초점을 맞추고자 하였다. 또한 미국 조달청(GSA : General Services Administration)의 공공시설국(PBS) 건축부(OCA : Ofice of the Chief Architect)는 미국의 주요 설계자들과 함께 건축설계품질 향상을 위하여 노력하고 있다.

3.2.2 유럽

핀란드에서는 정부 산하 시설물, 공공 부동산관리(Senate Properties) 분야에 2007년 10월부터 개방형 BIM 표준 납품을 의무화 하고 있다. 이를 위하여 설계 및 시공 프로세스에서 의사결정을 향상시키기 위해 BIM을 이용한 요구 및 유통 정보에 대한 모델링 지침 제공을 주요 목적으로 정부 산하 공공 회사인 Senate Properties에 의해 업무 분야별 BIM 모델링과 요구조건(요구 및 유통정보)들을 수록하고 있으며, 9권의 지침을 발간하였다. 또한 덴마크에서는 2006년 3D CAD Manual을 발간하여 Digital Construction 프로젝트에서 공공공사 분야 BIM 채택과 IFC 포맷 납품을 활성화 하고자 하였으며 그 내용에는 BIM 데이

터의 조달을 위한 작성(모델링) 및 납품 기준(데이터 타입, 데이터 납품 기준 등), 납품 폴더 체계, 시뮬레이션, 시각화, 문서화 등의 지침 정보를 포함하고 있다. 또한 노르웨이에서는 2008년 건설 프로젝트에서 공공 발주분야 BIM 채택과 IFC 포맷 납품을 권고하기 위하여 BIM Manual 발간을 진행하였으며, Statsbygg(노르웨이 정부의 건설 및 부동산 담당 발주기관)의 BIM 채택과 활용을 위해 2008년 1월 미국 GSA, 핀란드 Senate, DECA와 공동 협정을 맺는 등 BIM 활성화를 위해 노력하고 있다.

3.2.3 싱가폴

싱가폴은 전 국가적인 차원에서 BIM에 대한 지원 및 연구개발이 이루어지고 있기에 BIM 활용 및 개발 속도가 매우 빠르다. 특히 2011년 초부터 싱가포르 건설성(BCA)은 향후 10년간 매년 최소 2-3%의 성장을 위한 건축 생산성 로드맵(Construction Productivity Roadmap)을 발표한 바 있으며, 이를 뒷받침 하기 위한 기술적 추진 수단으로 BIM의 도입을 핵심 전략으로 내세우고 있다. BCA는 2010년부터 2억 5,000만 싱가폴 달러를 CPCF(건설 생산성 펀드)로 준비해 놓고, 이 중 600만 달러를 BIM 도입 장려금으로 쓰고 있으며, BCA에서는 2011년 초부터 BCA BIM 교육원을 만들어 BIM 교육 프로그램을 운영하고, 수강생들에게 지원금을 주며 건설 분야의 BIM 전문가들을 양성하고 있다.

4. BIM 관련 기술수준 분석

4.1 분야별 기술수준 분석

현재 우리나라 BIM기술 수준을 분석하기 위하여, 국내 BIM 관련 산·학·연 전문가를 대상으로 우리나라 및 미국, 일본, 유럽, 중국, 싱가폴의 기술수준을 조사하였다. 그림 1.4.8에서처럼 최고수준의 기술을 보유한 국가를 0년으로 보았을 때, 건축 및 토목 분야의 경우 미국과 유럽이 최상의 기술을 보유한 국가로 조사되었으며, 관련 제도의 정비가 활발히 이루어지고 있는 싱가폴이 2위(1.15년)를 차지한 것으로 조사되었다. 일본의 경우 토목분야의 시범사업으로 인하여 축적된 BIM기술로 우리나라와 1년 이상 기술력의 차이가 있는 것으로 조사되었으며, 한국의 경우 최고수준국가에 비해 건축은 3년, 토목은 4.15년 뒤진 것으로 조사되었다.

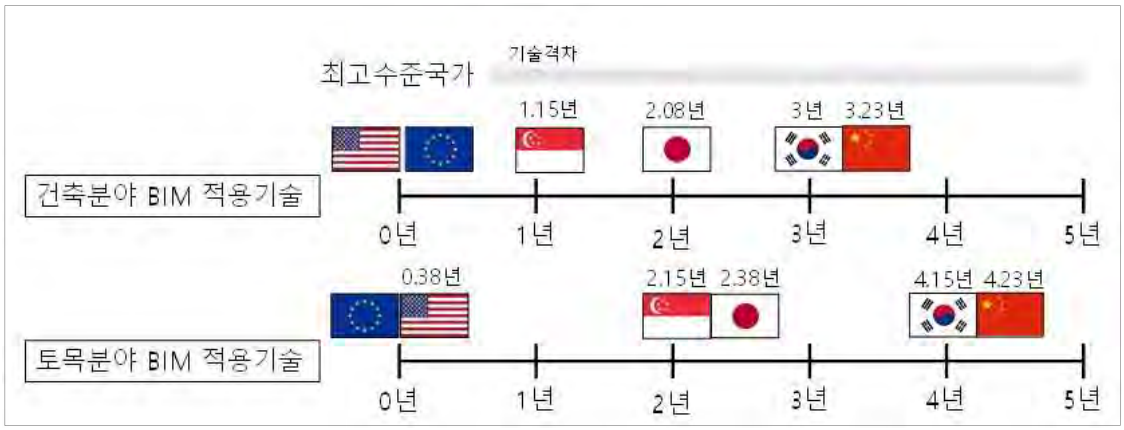


그림 1.4.8 토목 건축분야 BIM 기술 수준

4.2 기술별 기술수준 분석

그림 1.4.9에서 알 수 있듯이 BIM기반 도로계획/설계의 경우 미국과 유럽이 최고수준국가로 조사되었으며, 싱가폴과 일본이 각각 최고수준국가와 2.08년, 2.77년 기술격차가 있는 것으로 조사되었다. BIM기반 도로시공관리 분야의 경우 유럽이 최고수준국가로 조사되었으며 미국의 경우 0.31년 차이로 거의 유사한 기술수준을 가지고 있는 것으로, BIM기반 도로유지관리의 경우 미국이 최고

수준국가로 조사되었고, 그 뒤로 유럽(0.08년), 싱가폴(1.77년), 일본(2.62년) 순으로 차이가 남을 알 수 있었다. BIM 표준화 기술의 경우 미국이 최고수준국가로 조사되었으며 싱가폴의 경우 정부의 적극적인 BIM 활성화 노력으로 최고수준국가와 2.15년 차이가 나는 것으로 조사되었다. 중국의 경우 모든 분야에서 최고수준국가에 비해 뒤쳐져 있는 것으로 분석되었으며, 우리나라의 경우 표준화 분야에서의 국제적인 노력, 특히 토목분야 표준화 관련 노력을 통하여 타 분야에 비하여 격차가 작은 분야로 조사되었으나, 표준화를 제외한 모든 분야에서 최고수준국가와 평균 4년 이상 차이가 남을 알 수 있어 기술 격차를 좁히기 위하여 관련 기술 개발을 위한 노력이 선행되어야 할 것이다.

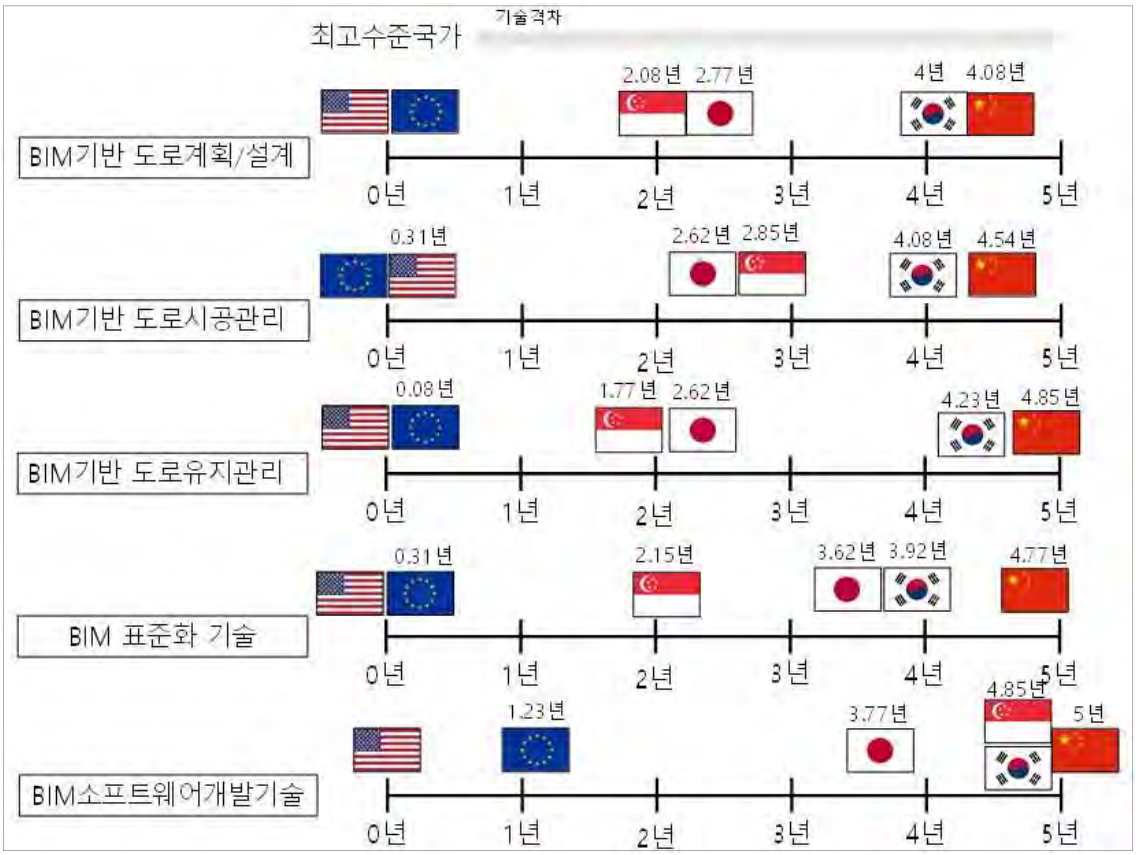


그림 1.4.9 세부 기술별 BIM 기술수준

5. 시사점

5.1 토목분야 BIM 연구 활성화

건축분야의 경우, BIM 도입과 관련한 민간의 노력 및 다양한 연구개발 프로젝트 수행을 통하여 관련 논문 출판이 활발히 이루어졌으나, 토목분야의 경우 BIM 관련 기술 부족 및 적용 사례 부족으로 인하여 연구 개발이 미흡한 상황이다. 건축 중심의 BIM 소프트웨어 및 도구 개발 그리고 가상건설연구단 등 대형 연구 프로젝트로 건축분야 연구개발이 활발히 이루어져 왔으나, 토목분야의 경우 관련 소프트웨어 및 도구의 부족으로 인한 기술 적용의 난이, 그리고 발주의 대부분이 공공기관인 토목 프로젝트의 특성상 관련 적용기준 등의 정비와 함께 BIM 기술 적용 및 연구개발이 더딘 상황이었다. 향후 토목분야 연구개발 활성화를 통해 핵심 기술을 확보하고 향후 해외시장에서의 경쟁력 확보를 위한 노력을 기울여야 할 것이다.

5.2 기술개발을 통한 국내 토목분야 BIM 경쟁력 확보

특허분석 결과 BIM 분야의 기술개발이 현재 성장기에 접어들어 활발한 연구개발이 이루어지고 있는 것을 알 수 있으며, 우리나라의 경우에도 특허 출원 및 등록 추이가 증가추세에 있는 등 우리나라의 BIM 기술도 성장기에 접어들었다.

BIM과 관련하여 기술선점을 위하여 국내뿐만이 아니라 해외 특허를 적극적으로 출원 및 등록하고, 이를 통해 해외 진출의 교두보로 첨단기술을 더욱 확고히 할 필요가 있다.

5.3 선진 BIM 국가 벤치마킹을 통한 경쟁력 확보

전체적으로 미국과 유럽이 BIM 관련 최고수준의 기술을 보유한 것으로 조사되었으며, 한국의 경우 일본, 싱가폴과 같은 타 아시아 국가에 비해 기술수준이 낮은 것으로 조사되었다. 우리나라와 최고 수준기술 보유국과와의 기술 격차를 줄이기 위하여 일본의 국토교통성을 중심으로 진행한 CIM(Construction Information Model) Pilot Project를 참고하여 시범사업 등의 수행을 통해 적극적으로 기술

개발에 힘써야 할 것이며, 영국, 미국, 싱가폴과 같이 정부 중심의 BIM 활성화 방안 사례를 참고하여, 민간영역에서 해결하기 쉽지 않은 법, 제도, 가이드라인 등의 정비가 필요하다. 또한 BIM관련 소프트웨어 활용 및 개발을 통하여 기술 격차를 더욱 좁혀 새로운 시장의 요구에 선제적으로 대응하여야 할 것이다.

제5절 BIM 관련 국제표준 추진현황

건설산업은 다양한 참여자간 협업이 수행되는 복합적인 산업으로서 분야별·단계별로 방대한 정보들이 생산된다. 건설정보의 효율적 관리와 신속한 교환 및 공유는 생산성 향상과 경쟁력 확보의 중요한 요소이며, 표준화는 건설생애주기 정보지원을 위해 마련되어야 하는 핵심기술이다. 건설정보화 부문의 표준으로는 분류체계, 용어, 정보모델, 도면작성 표준, 전자문서 분야의 표준이 있다. 각국에서는 건설정보 표준을 제정하기 위해 국가수요, 요구사항 및 기술수준 등을 고려하여 국제표준을 기반으로 자국화하는 작업을 수행하고 있으며, 이와 함께 정책과 제도를 마련하는 등 국가주도 방식으로 표준화를 추진하고 있다.

1. 국내 BIM 표준관련 연구현황

1.1 IFC-BRIDGE V2 R7 Data Model

본 연구는 건축 중심의 IFC 모델 확장 연구가 진행되는 가운데, 최초로 IFC 모델을 토목 시설을 확장한 사례이다. 본 연구는 buildingSMART 프랑스 지부 주도로 추진되었으며, 프랑스 도로건설 기술연구 센터인 SETRA(Service d′ Etudes Techniques des Routes et Autoroutes)의 지원으로 건설 CAD 및 구조해석 소프트웨어 개발업체인 GRAITEC과 BOUYGUES, VINCI 등 대형 건설회사의 참여하에 개발되었다. 1단계 결과로 2003년 IFC-BRIDGE V1 Data Model을 발표하였으며, 2단계 결과로 2005년 IFC-BRIDGE V2 Data Model을 발표하였다. V2 발표 이후, buildingSMART 일본 지부와의 협업을 통해 2007년 IFC-BRIDGE V2 R7 Data Model을 공식 발표하였다.

1.2 3-D Bridge Model (김봉근 외 2인 2007)

본 연구는 IFC2x4 Release Candidate 1을 바탕으로 연구가 이루어졌다. 교량을 데이터 형태를 지원하기 위한 요소는 IfcProduct의 하위 엔티티인 IfcSpatialElement와 IfcElement 각각에 공간적 요소와 물리적 요소를 추가하는

방식을 통해 모델을 확장하였다. 교량을 위한 공간적 요소는 높이 방향을 주로 차지하는 일반적 건축물의 공간배치와는 달리 길이방향으로 배치되는 특징을 나타내기 위하여 교량의 선형표현(IfcLane)과 경간 등, 공간(IfcBridgeSpan) 분리에 관한 내용을 추가하였다. 교량의 물리적 요소는, 건축물에서 사용하고 있는 기둥이나, 슬래브 등 이미 IFC에서 정의되어 있는 요소 중 교량에서 그대로 활용 가능한 요소를 제외한 교각이나 교대, 경간 연결부재 등 기능적 의미를 표현할 수 없는 요소를 대상으로 확장 작업을 수행 하였다.

1.3 NATM 터널의 IFC 확장 연구 (박재남 2007)

이 연구는 건설교통부 제정 터널설계기준 및 한국도로공사의 도로설계요령(터널편), 그리고 실제 NATM 도로터널의 설계도면을 기준으로 NATM 도로터널 구조물의 설계정보를 분석하여 수행하였다. IFC 모델을 기반으로 확장 연구를 수행하였으며, 이를 통하여 터널의 공간적 구조 요소 및 구조물의 구성요소를 표현하는 객체모델을 개발하였다.

1.4 InfraBIM 확장 연구 (한국건설기술연구원 2013)

현재 한국건설기술연구원에서는 토목요소를 수용해가겠다는 선언적인 의미로 추가된 IfcCivilElement 엔티티를 확장하여 개발하기 위한 연구를 수행하고 있다. 앞서 언급한 연구를 포함한 다양한 연구를 참조하여 IFC에서 토목요소의 표현을 지원할 수 있도록 IFC 상위구조에 해당하는 Core 스키마 확장방안을 아래와 같은 개념을 바탕으로 제안하고 있다. 특히 본 연구를 통하여 2016년까지 토목분야 IFC 스키마 확장을 위한 명세서 초안을 마련할 계획이다.

기존 IFC 기반 토목요소 확장개발에 관한 연구는 대부분 교량과 터널과 같은 개별 구조물 관점에서 정보모델을 제안하고 있으나 전체 도로사업 관점에서 시설요소를 도출하는 자료로 활용되기에는 한계가 있다고 할 수 있다. 이 연구에서 대상으로 하는 범위는 도로시설의 중심이 되는 선형, 토공, 교량, 터널, 부대시설을 포함하였으나, 부가적인 시설인 건축, 기계, 전기, 통신, 조경 등은 제외하였으며 실시설계 단계를 대상으로 하였다.

국토교통부 지방국토관리청과 한국도로공사에서 공동활용 중인 작업분류체계(이하 '공통 WBS')가 도로사업의 주요 구성요소 전반을 정의하고 있다는 전제하에 이를 IFC 스키마 확장의 주요 자료로 활용하였다. 이 연구에 규정된 도로시설 스키마는 공간분야, 도로선형분야, 토공분야, 교량분야, 터널분야 및 배수부대시설분야로 나누어 구성되었다.

2. 국가별 BIM 표준 현황

2.1 일본 도로정보 모델 (JHDM)

JHDM은 고속도로의 계획, 설계 및 시공, 유지관리 단계에 발생되는 모든 정보를 공유하기 위한 일본의 도로분야 정보모델로, 2001년 COSDAM (Committee for Designing Specification of Japan Highway Data Model.)을 구성하여 연구가 시작되었으며, 2005년 3월 Ver 1.0을 발표하였다. 그림 1.5.1은 JHDM의 개발 일정을 보여준다.

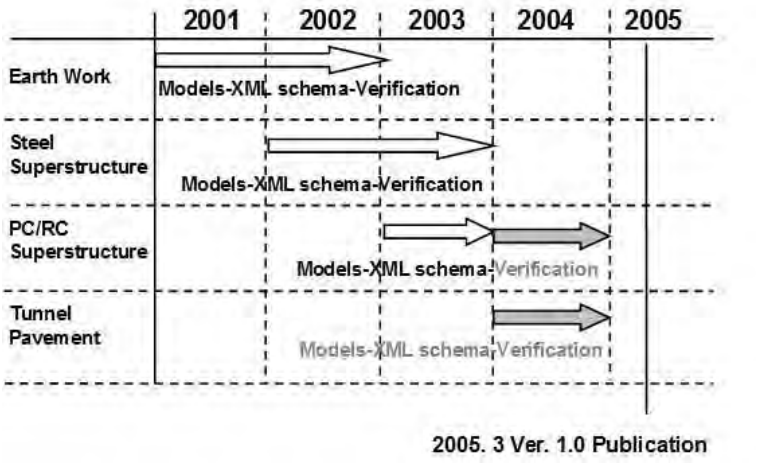


그림 1.5.1 JHDM의 개발 일정

JHDM은 Activity Functional Model, Road Structure Model, XML Schema (데이터 교환용)로 구성되어 있다. Activity Functional Model은 도로와 관련된 업무프로세스들을 정의하며, Road Structure Model은 고속도로의 물리적인 구성요소로 일반적인 도로, 교량, 터널, 포장, 토공들과 관련하여 구조적인 요소와 속성정보 등을 정의하고 있다.

2.2 독일 도로정보 모델 (OKSTRA)

독일의 16개 주를 비롯한 연방교통·주택건설부(Federal Ministry of Transport, Building and Housing)와 연방도로연구부(Federal Highway Research Institute, 이하 BASt)는 도로 정보모델 표준인 OKSTRA를 개발하여 도로 정보시스템에서 OKSTRA 포맷 (XML 또는 STEP 파일)을 입출력할 수 있도록 규정하고 있다. BASt는 독일 내 16개 주의 도로 정보시스템으로부터 도로 및 교통에 대한 정보를 OKSTRA 포맷으로 수집하여 이를 통합적으로 관리하거나 현황을 분석하는데 활용하고 있다. 1999년 초기모델을 배포하기 시작하여 2012년 8월 현재 OKSTRA 1.105 버전이 활용되고 있다.

OKSTRA의 도로객체 목록은 그림 1.5.2와 같이 설명, 규정, NIAM 다이어그램, EXPRESS 스키마, SQL 스키마, XML 스키마로 표현, 제공되고 있다.

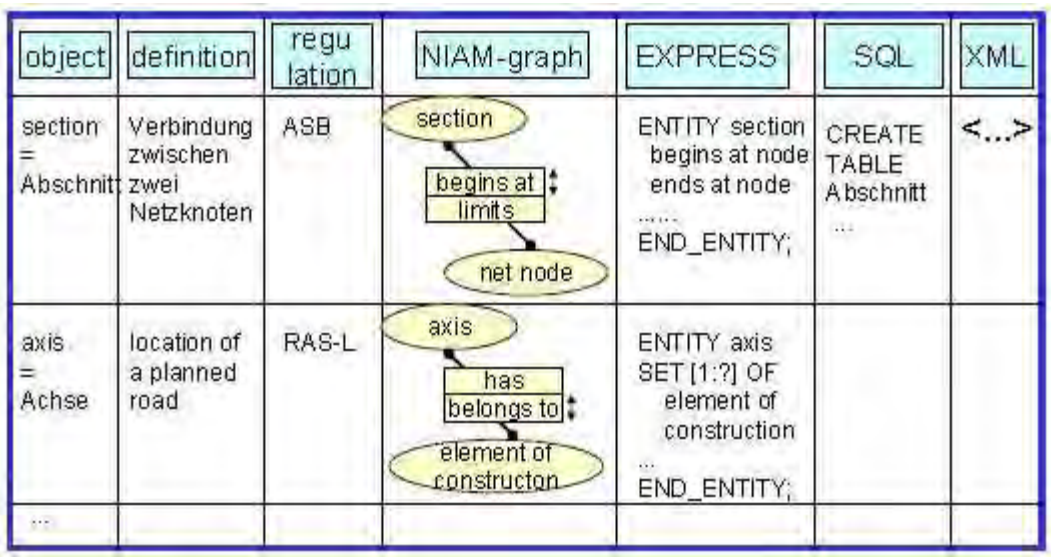


그림 1.5.2 OKSTRA 객체 목록의 구성

OKSTRA에서는 도로설계의 주요 요소를 측량계획평면도, 수치지형모형(DTM), 도로경사도, 기본횡단면 결정으로 정의하고 있다. 그림 1.5.3은 OKSTRA 관점의 도로망의 정보표현 예시를 보여주는 것이다.

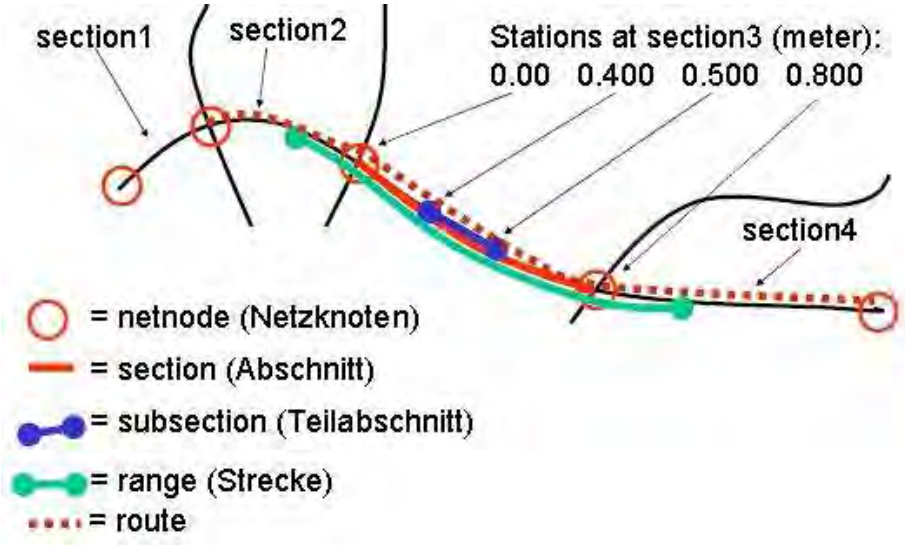


그림 1.5.3 OKSTRA 관점의 도로망의 정보표현 예시

2.3 프랑스 COMMUNIC 프로젝트

COMMUNIC 프로젝트(프로젝트 번호 : ANR-06-RGCU-002)는 프랑스 국가연구개발사업인 ADVANCITY의 세부사업으로 2007년부터 2010년까지 3년간 국립연구소 (ANR : Agence National de Recherche) 지원으로 수행되었다. 이 프로젝트의 주제는 토목분야 정보모델링에 관한 연구이며, 건설 참여자간 협업과 커뮤니케이션, 업무효율성 향상을 위해 추진되었다. 프로젝트 총괄책임은 엔지니어회사인 Egis에서 맡았으며, 건설사와 학계, 연구소 등이 참여하였다.



그림 1.5.4 프랑스 Communic 프로젝트 참여주체

이 프로젝트의 주요 성과는 그림 1.5.4와 같은 글로벌모델의 개발이다. 글로벌 모델이란 정보 공유와 관리를 위한 정보모델로서 3D 객체 내 프로젝트 트리구조로 표현된다. 객체중심의 정보표현이며, 동시공학 원리에 위해 데이터 검증절차를 밟아 작성되었다. 이 정보모델은 데이터교환 포맷으로 활용되어 토목분야 상호호환성을 높일 것으로 기대된다. 향후 COMMUNIC 프로젝트의 후속 작업은 이것을 교환 표준으로 공고하고, 상용 소프트웨어에 구현할 예정이다. 또한, 협업 지원을 위해 글로벌 모델을 활용한 서비스 플랫폼(그림 1.5.5)을 개발할 계획이다.

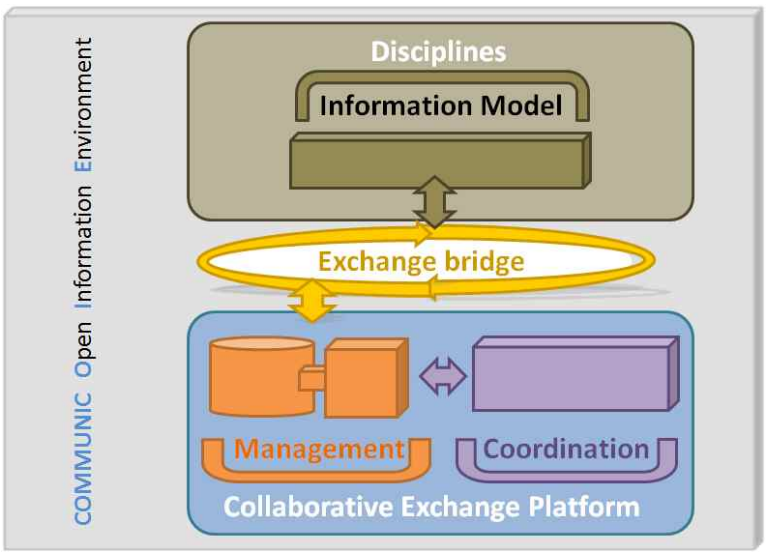


그림 1.5.5 프랑스 COMMUNIC 글로벌 아키텍쳐

2.4 미국 LandXML

LandXML(그림 1.5.6)은 전 US DOT EAS-E Initiative 회원사들과 Autodesk에 의해 1999년 12월부터 개발되기 시작하였으며, 2000년 3월에는 26개의 회원사를 통해 공통표준을 개발하게 되었다. 2008년 현재 LandXML V1.2를 끝으로 개발이 중단되었으나 최근 이를 추가적으로 확장하고 표준으로 가져가기 위해 관련 연구가 bSI(buildingSMART International)의 OpenINFRA 그룹으로 이관된 상태다. 상당수의 토목설계 소프트웨어(Autodesk, Bentley, Trimble 등) 벤더사에서 이를 채용하고 있으며, 도로, 지반 및 지표면의 측량 정보를 기하학적으로 정의할 뿐만 아니라 택지개발이나 교통분야에 널리 활용되고 있다.

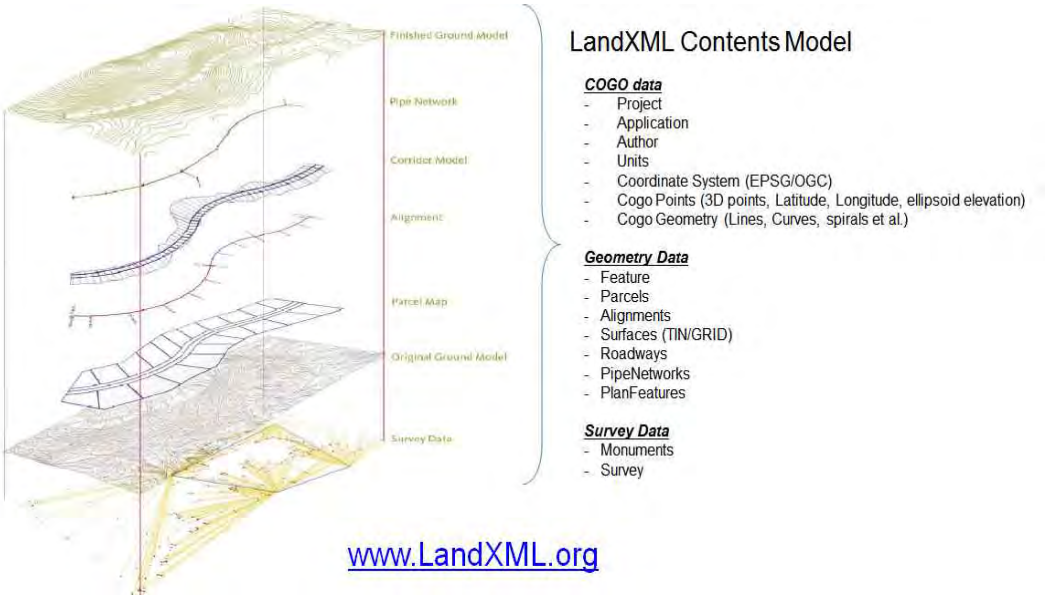


그림 1.5.6 LandXML Layer 및 주요 구성요소 (http://www.landxml.org, 2013)

2.5 핀란드 Inframodel

핀란드의 Inframodel은 2001년 Pre-study를 통해 개발된 인프라 구조물 설계 소프트웨어들 사이의 데이터교환체계이며 XML 구조를 기반으로 개발된 LandXML을 참조모델로 하고 있다(그림 1.5.7). VTT, Sito, Tekla, Viasys (Vianova) 등의 기관들에 의해 수행되었으며, LandXML 1.0버전이 개발된 2002년 7월부터 본격적으로 Inframodel 개발이 진행되었다. 이후 2006년 Inframodel 2 프로젝트를 통해 Inframodel v 1.0을 2006년 3월에 개발완료하였으며, 일정기간의 검증 후 실제 프로젝트를 대상으로 Pilot Test(2007년)를 수행하였다. 2009년 LandXML v1.1과 1.2를 참조하여 보완작업을 수행하였으며 이를 기반으로 2010년 Inframodel v1.2가 개발되었다. 이렇게 개발된 Inframodel v.1.2는 2011년부터 핀란드의 인프라 설계정보 교환표준으로서 InfraFINBIM이라는 형태로 적용되고 있다.

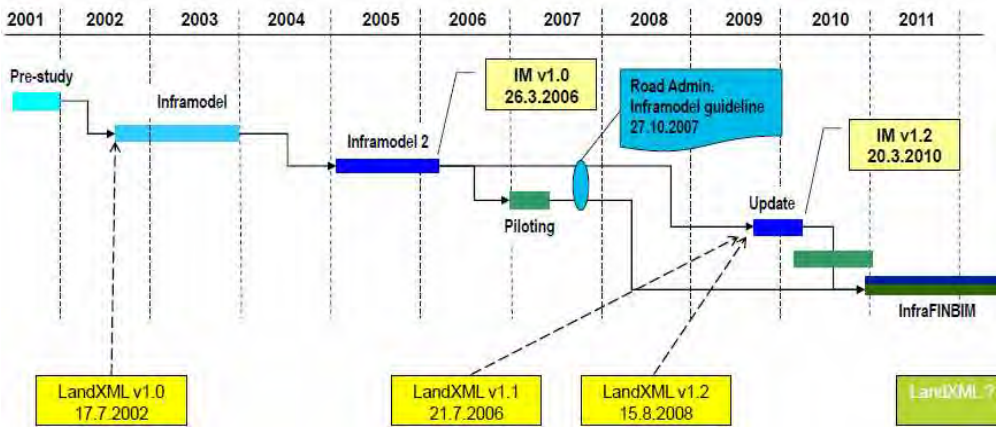


그림 1.5.7 Inframodel 개발 현황 (http://cic.vtt.fi/inframodel/, 2013)

3. GIS 관련 국제표준 현황

3.1 ISO/TC 211

1994년 6월 국제표준화기구 ISO는 산하 기술위원회인 ISO/TC 211 (International Standard Organization Technical Committee)을 출범하였다. ISO/TC 211은 위원장과 35개 참가국(P-member), 31개 참관국(O-member)의 세계 각 국의 대표적인 표준기구가 모여 공간정보 및 지리적 위치와 관련된 객체, 현상에 대한 정보 표준을 정의하고 개발하고 있다. ISO/TC 211의 조직 구성은 표 1.5.1과 같다.

표 1.5.1 ISO/TC 211의 조직 구성(ISO/TC211 2013)

조직구성	국가(표준화기구명칭)		
Participating members (P-members : 35)	- Australia(SA) - Austria(ASI) - Azerbaijan(AZSTAND) - Belgium(NBN) - Canada(SCC) - Chile(INN) - China(SAC) - Czech Republic(UNMZ) - Denmark(DS) - Ecuador(INEN) - Finland(SFS) - France(AFNOR)	- Germany(DIN) - Hungary(MSZT) - Islamic Republic of Iran(ISIRI) -Italy(UNI) - Japan(JISC) - Republic of Korea(KATS) - Lithuania(LST) - Malaysia(DSM) - Morocco(IMANOR) - Netherlands(NEN) - New Zealand(SNZ)	- Norway(SN) - Peru(INDECOPI) - Russian Federation(GOSTR) - Saudi Arabia(SASO) - Republic of Serbia(ISS) - South Africa(SABS) - Spain(AENOR) - Sweden(SIS) - Switzerland(SNV) - Thailand(TISI) - United Kingdom(BSI) - USA(ANSI)
Observing members (O-members : 31)	- Argentina(IRAM) - Bahrain(BSMD) - Brunei Darussalam(ABCI) - Colombia(ICONTEC) - Croatia(HZN) - Cuba(NC) - Cyprus(CYS) - Estonia(EVS) - Greece(ELOT) - Hong Kong(ITCHKSAR) - Iceland(IST)	- India(BIS) - Indonesia(BSN) - Ireland(NSAI) - Israel(SII) - Jamaica(BSJ) - Kenya(KEBS) - Mauritius(MSB) - Oman(DGSM) - Pakistan(PSQCA) - Philippines(BPS)	- Poland(PKN) - Romania(ASRO) - Slovakia(SUTN) - Slovenia(SIST) - Swaziland(SWASA) - U nited Repu b lic of Tan zania(TBS) - Turkey(TSE) - Ukraine(DSSU) - Uruguay(UNIT) - Zimbabwe(SAZ)

ISO/TC 211은 지구상의 지리적 위치와 직·간접적으로 관계하고 있는 사물 또는 현상에 대한 표준을 마련하고 이를 통해 공간정보를 보다 쉽게 활용할 수

있는 환경을 제공, 공간정보의 통합성 및 접근성을 확보하기 위한 목적으로 조직되었다. ISO에서 표준을 정하는 절차는 크게 예비단계, 제안단계, 준비단계, 위원회단계, 질의단계, 승인단계, 출판단계의 7단계로 나누어져 있다. 표준에 대한 실무작업은 표준의 관련성, 적용범위 및 내용에 따라 분야별로 작업분과를 구성하여 운영하고 있으며, 표준화 진행정도, 표준개발 등 필요에 의해 작업분과를 해체 또는 신설하는 등 유동적인 운영을 병행하고 있다. 과거 기본구조 및 참조모형(WG 1), 지리공간 자료모형(WG 2), 지리공간 자료관리(WG 3), 지리공간 서비스(WG 4), 프로파일 및 기능표준(WG 5) 등 5개의 작업분과로 구성되어 있었으나, 2001년 이후 현재 표준화 활동이 진행 중인 지리공간 서비스(WG 4)를 제외하고 표준화작업이 완료된 4개의 작업 분과는 해체되었다. 또한, 기술변화에 의해 새로이 필요하다고 인정되는 4개의 분과가 신설되어 현재 총 5개의 작업분과가 활동 중이며, 신설된 작업분과는 영상(WG 6), 정보커뮤니티(WG 7), 위치기반서비스(WG 8), 정보관리(WG 9)가 있다. ISO/TC 211 분과별 활동에 따른 표준 개발 분야는 표 1.5.2와 같다.

표 1.5.2 ISO/TC 211 분과별 활동에 따른 표준 개발 분야 (ISO/TC211 2013)

구분	해당분과	표준개발 현황
WG 1	기본구조 및 참조모형	개념적 스키마, 참조모델, GIS 용어
WG 2	지리공간자료모형 연산자	공간객체스키마, 시간스키마
WG 3	지리공간자료 관리	메타데이터, 지형지물 목록화 방법, 품질원칙
WG 4	지리공간서비스	위치서비스, 지리정밀묘사, 부호화
WG 5	프로파일 및 기능 표준	프로파일, 기능표준
WG 6	영상	메타데이터, 데이터 프레임워크, 데이터센서, 자료모델
WG 7	정보 커뮤니티	GIS전문가 자격 및 인증, 메타데이터-XML스키마 구현
WG 8	위치기반 서비스	위치기반 추적 및 내비게이션 서비스, 위치기반서비스-참조모델
WG 9	정보관리	지리위치의 위·경도 및 고도표현, 자료 질 측정
WG 10	유비쿼터스 공공액세스	유비쿼터스 대중접근 참조모델

3.2 OGC(Open Geospatial Consortium)

공간정보 호환성 증대를 목적으로 1994년에 설립된 민간주도의 비영리 단체로서 ISO/TC 211과 공조하여 표준개발 등의 활동을 수행하고 있다. OGC의 working 그룹은 8개의 소그룹으로 구성된 개정작업 그룹과 2개의 소그룹으로 구성된 특별 관심분야 그룹으로 구성되어 있다. 표준화 절차에 따른 운영은 제안서 발표, 개발의향서 제출, 제안서 제출, 평가, 개정제안서 제출, 사양선정을 위한 작업분과 투표, 기술위원회 투표, 운영위원회 투표의 단계를 거치고 있다. 현재까지 GML 단순피쳐 프로파일 구현 사양서, 지리객체구현 사양서, 그리드 커버리지, 서비스구현 사양서, 웹커버리지 서비스 구현 사양서 등의 19개의 사양서를 개발하였다. 그림 1.5.8은 OGC Task Force 조직 구성을 보여준다.

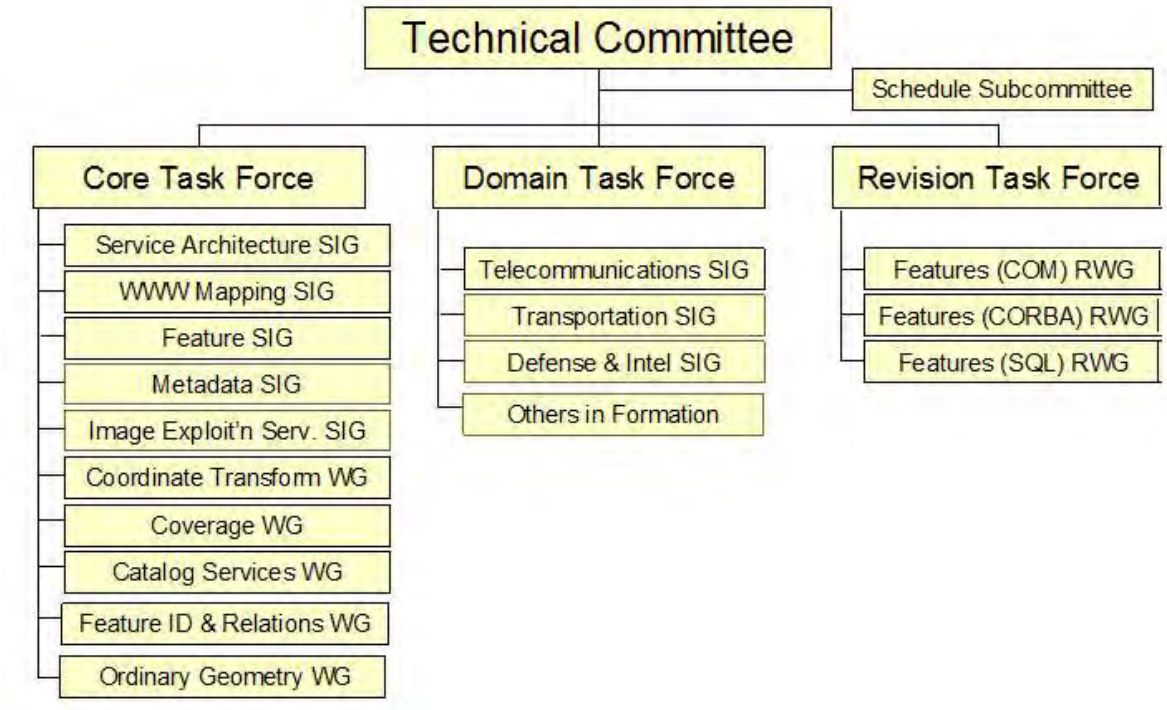


그림 1.5.8 OGC Task Force 조직 구성

4. 국제 BIM관련 표준 현황(한국건설기술연구원 2012)

IFC(Industry Foundation Classes)는 건설분야 전반에 걸쳐 프로젝트 참여자 간 데이터의 공유와 교환을 가능하게 하는 표준정보모델이다. 이는 응용 소프트웨어간 데이터호환을 가능하게 하여 표준 데이터포맷의 역할을 한다. IFC는 개발 초기단계부터 상용 소프트웨어 개발자가 참여하고 산업체의 실무 요구사항에 대한 분석을 바탕으로 개발되어 산업표준 모델로 인정받았으며 현재 ISO 표준으로 등록되어 있다.

1995년 1.0 버전을 시작으로 지속적으로 확장되어 2013년 IFC4로 최종버전이 출시되었다. 초기버전은 건축 설계, 설비 엔지니어링 설계, 유지관리, 비용 산출 등을 중심의 모델이었으나 수용분야가 점차 확장되어 교량, 지리정보시스템(GIS), 철골 부재의 상세, 개념 설계 등을 지원하고 있다. BSI(buildingSMART International)는 3D형상 표현 중심으로 활용되고 있는 IFC의 적용범위를 확대하기 위해 기 개발된 공정, 토목분야 스키마를 개선한 IFC4를 발표하여 ISO16739로 제정되어 공표되었다.

IFC는 모델의 개발, 구현 및 유지를 용이하게 하기 위해 스키마를 기능별로 모듈화 하여 일정한 구조에 담도록 기본 틀을 제공하고 있다. 이러한 틀은 4개의 레이어로 구성되어 있으며, 각 레이어는 일정한 참조 법칙에 따라 타 레이어에 정의된 클래스를 재사용하는 위계관계를 갖는다.

최근 IFC가 STEP 등 타 정보모델에 비해 실질적인 표준으로 부각됨에 따라 토목시설도 수용하도록 모델 확장에 대한 요구가 제기되고 있다. 이에 BSI는 'openINFRA'라는 IFC for Infrastructure 개발 프로젝트를 준비 중이다. 교량부문 IFC 개발을 위한 IFC Bridge 확장 프로젝트가 기 수행된 바 있으나, 수행결과는 IFC 정식버전으로 통합 및 배포되지 않고 있다. 학계에서는 특정 형식의 교량 및 터널 시설물을 대상으로 IFC 확장모델을 개발, 제안하고 있다. 따라서 본 절에서는 IFC 모델의 영역 중 토목분야와 관련하여 기 수행된 프로젝트인 교량 부문 프로젝트와 GIS 프로젝트를 조사하였으며, 착수예정 프로젝트인 open Infrastructure 프로젝트를 조사하였다.

4.1 IFC-Bridge 프로젝트 (CI-2)

CI-2 프로젝트는 교량의 설계, 시공, 유지보수 관련 소프트웨어간의 상호운용성 극대화를 목표로 빌딩스마트 프랑스 지부 주도로 진행된 IFC 확장 프로젝트이다. 건설 CAD 및 구조해석 소프트웨어 개발사 GRAITEC에서 책임을 맡았으며, SETRA(Service d′ Etudes Techniques des Routes et Autoroutes : 프랑스 도로건설 기술연구 센터)와 BOUYGUES, VINCI 등 대형 건설회사가 참여하였다.

이 프로젝트에서 개발할 교량 정보모델의 대상 및 범위는 도로, 고속도로, 철로 부분 등을 포함하지 않고 기초, 교대, 교각, 데크, 케이블과 같은 기본 구조요소를 다루고 있다(그림 1.5.9). IFC-BRIDGE 정보모델은 IFC를 기반으로 프랑스 교량 정보모델인 OA-EXPRESS를 참조하여 개발되었으며, 이 과정에서 구조부문 IFC 확장 프로젝트인 ST 프로젝트들과 연계성 유지를 위해 지속적인 협의과정을 거쳐 신규 개발되는 스키마를 공통으로 활용하였다.

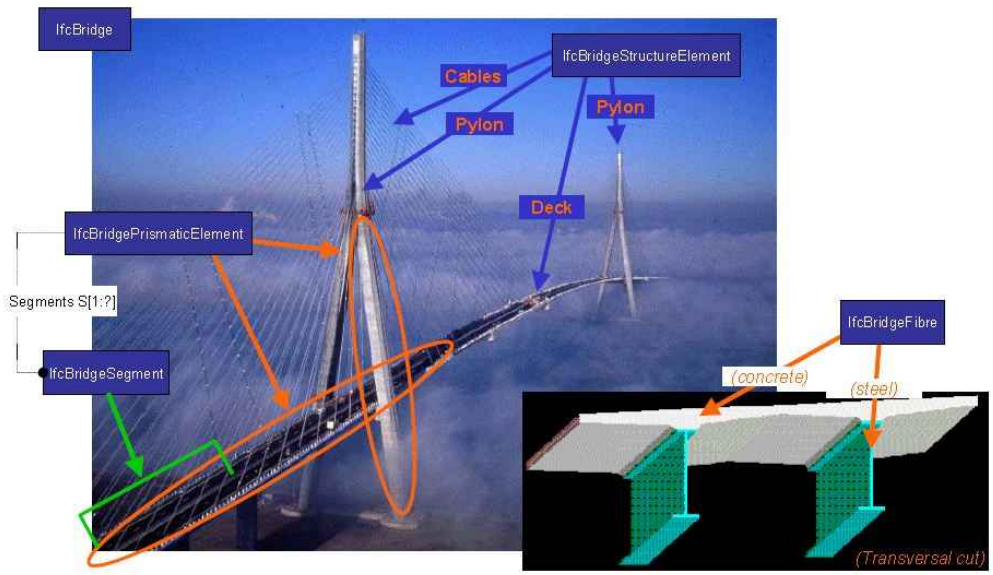


그림 1.5.9 IFC-BRIDGE V2 엔티티로 표현된 교량 구조물

IFC-BRIDGE V2.0은 교량의 상부구조 형식이 RC(Reinforced Concrete) 또는 PC(Precast Concrete) 슬라브교를 중심으로 객체 및 속성이 제안되었으므로 철골구조물 등 다양한 구조형식 및 재료를 수용하도록 추가개발이 필요할 것으로 판단된다.

4.2 IFC for GIS (IFG) 프로젝트

IFG 프로젝트로 불리는 GIS를 위한 IFC 프로젝트는 노르웨이의 제안을 통해 수행되었다. GIS 환경 내 구축되는 건축물의 정보를 법규검토 뿐 아니라 배수/배관, 방범/방재, 환경, 재해 등의 사회기반 시설서비스에 접목하여 검토에 활용하도록 IFC 모델 확장이 필요하다는 요구에 의해 그림 1.5.10과 같은 비전을 가지고 본 프로젝트가 시작되었다.

본 프로젝트의 목표는 지리정보를 IFC 구조 안에서 GIS 체계에 따라 생성할 수 있도록 지원하는 것이며, 개발범위를 전자정부시스템 기반의 건축인허가 프로세스 지원에 중점을 두고 있다. 그림과 같이 설계단계에서 GIS 수치지도 체계 위에 구축한 건축물 정보가 IFG 파일로 변환되어 인허가기관에서 법규검토 등 데이터 검증을 거치고, 이러한 파일정보가 시공단계에 활용됨으로써 설계데이터와 GIS데이터의 정보연계성을 확보하고 신뢰성 있는 데이터가 유통되도록 기반을 마련할 수 있다는 개념이다.

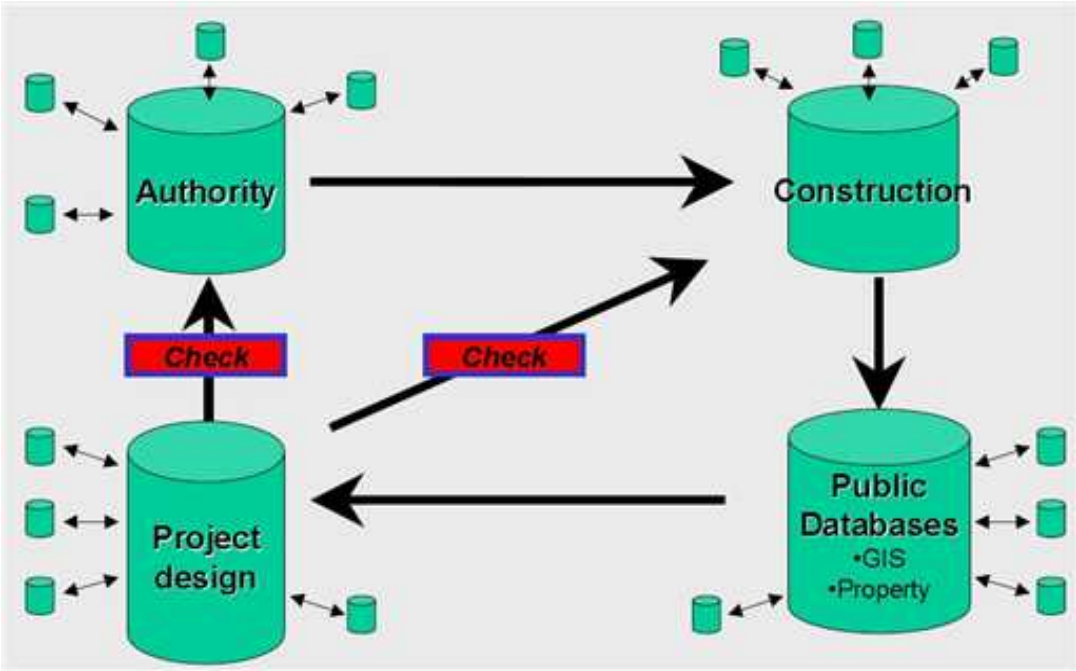


그림 1.5.10 IFG 프로젝트의 비전

그림 1.5.11과 같은 비전은 싱가포르 건축인허가 전자정부 시스템인 CORENET의 ePlanCheck 개념에 GIS영역을 추가한 개념이며, 노르웨이의 건축

담당국인 ByggDøk에서는 이를 수용하여 e-submission 통합시스템을 그림 1.5.11과 같은 활용 시나리오를 기반으로 개발 중이다.

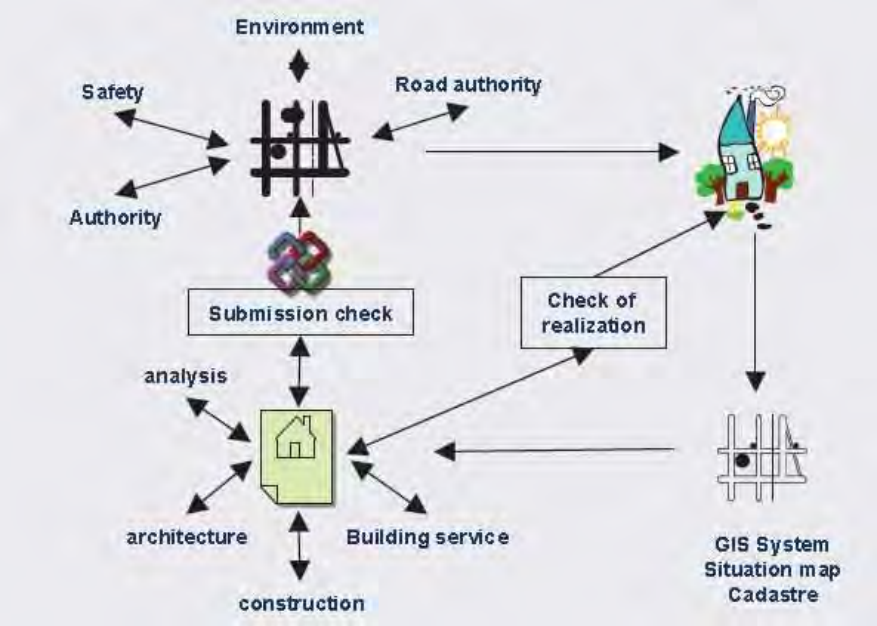


그림 1.5.11. 노르웨이의 IFG 활용 시나리오

4.3 Open Infra 프로젝트

Open INFRA 프로젝트는 건축물 중심의 IFC 정보모델을 사회기반시설 영역으로 확장하기 위한 프로젝트로서, 프랑스의 제안으로 IFC for Infrastructure 확장개발에 대한 논의를 시작하였다. 프랑스는 2007년부터 2010년까지 3년간 국가 R&D 프로젝트인 COMMUNIC 프로젝트 수행을 통해 토목분야 정보모델 개발의 시급성을 파악하고 BSI에 IFC 확장을 제안하였다. 이는 2011년 싱가포르에서 개최된 BSI의 ITM & IUG 회의를 통해 신규 제안 프로젝트로 상정, 의결되어 2014년 현재 로드맵이 도출된 단계이다.

buildingSMART 프랑스 지부에서 과제 총괄을 맡고 있으며, 2011년 6월부로 국가별 전문가로 구성한 Open INFRA 운영위원회를 조직하여 운영하고 있다. 프로젝트 추진체계는 그림 1.5.12와 같이 EGIS 연구 프로젝트와 MIND 프로젝트와의 유기적인 협업을 유지하도록 구성되어 있다.

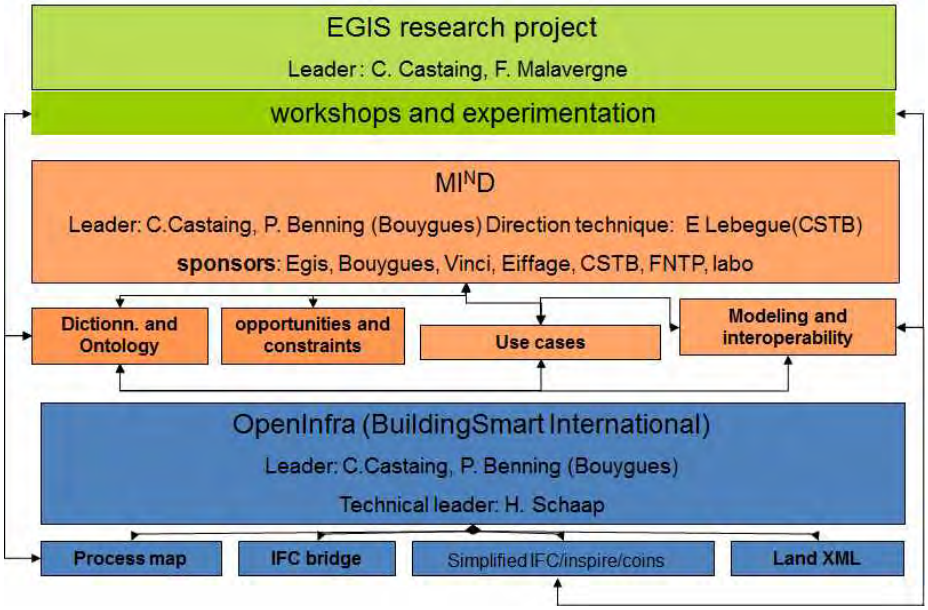


그림 1.5.12 Open Infra 프로젝트 추진 구성도

5. 시사점

5.1 BIM 표준 관련 시사점

최근 국내 공공건축시설 BIM 발주의 성과품 납품포맷으로 IFC가 명시되는 등 국제표준에 대한 관심이 확산되고 있으나, 국제표준이 국가 또는 발주기관 차원의 표준으로 그대로 활용될 수 있는지 등에 대한 검증과 논의 없이 도입되고 있다. 따라서, 국내 건설사업에 적합한 정보모델 표준을 개발하는 과정에서는 글로벌 경쟁력 확보를 위해서 국제표준과의 호환성을 고려하여야 함은 물론 국내 환경도 고려되어야 할 것이다.

5.2 GIS 표준 관련 시사점

전세계적으로 GIS 공간정보의 표준화 움직임이 있으며, GIS 공간정보와 BIM 정보와의 통합·연계를 위한 논의 움직임 역시 활발히 일어나고 있다. 현재 초기 단계인 IFC와 GIS 공간정보의 통합·연계를 위한 국제 표준화 움직임에 우리나라 역시 적극적인 참여를 하고자 노력하고 있다. 특히 한국건설기술연구원에서 적극적으로 IFC와 GIS 공간정보의 통합·연계를 위한 방법론에 대한 심도 있는 연구 및 논의가 이루어지고 있으며, 국가적 지원을 통하여 IFC 및 공간정보의 관리 방안에 국내 및 국제 표준 제정을 위한 노력 역시 필요할 것이다.

제6절 국내외 BIM 관련 법 제도 지침

1. 국내 BIM지침

1.1 조달청 ‘시설사업 BIM적용 기본지침서’

「조달청 시설사업 BIM 적용 기본지침서」는 조달청 시설사업의 공모단계 및 실시설계단계에 BIM기술을 적용하기 위한 최소의 요건을 정의하는데 목적이 있으며, 개방형 BIM[공인된 국제표준(ISO 16739)을 지원하는 다양한 소프트웨어들이 공개적으로 모델정보를 공유 또는 교환을 통하여 구현되는 BIM] 적용을 원칙으로 하고 있다. 지침의 구성은 조달청 BIM관리 지침과 입찰 형식 및 단계에 따른 BIM 업무 수행지침으로 표 1.6.1과 같이 구성된다.

표 1.6.1 조달청 ‘시설사업 BIM적용 기본지침서’ 구성내용

구성 항목	항목내용
조달청 BIM 관리 지침	조달청 내부적으로 BIM을 적용하는 시설사업의 공모 및 실시설계를 관리하기 위한 지침
설계공모 BIM적용 지침	설계경기 공모단계에서 응모자들이 BIM 업무를 수행하는데 필요한 지침
일괄입찰공사 기본설계 BIM적용 지침	일괄입찰공사 기본설계 단계에서 입찰자들이 BIM 업무를 수행하는데 필요한 지침
실시설계단계 BIM적용 지침	설계공모 당선자 또는 일괄입찰공사의 실시설계적격자가 BIM 업무를 수행하는데 필요한 지침
시공단계 BIM적용 지침	공사 계약자가 BIM 업무를 수행하는데 필요한 지침(개요수준)

시설사업 BIM 적용 기본지침서는 국내 BIM지침서 중 활용주체, 목적, 단계를 명확하게 제시한 유일한 지침서이다. 지침의 대상이 분명하기 때문에, 지침에서 제시하는 기준이 비교적 명확하고 설계공모 성격별로 구분하여 가이드를 제시하고 있다. 각 관점별 지침서의 분석내용은 표 1.6.2와 같다.

표 1.6.2 시설사업 BIM적용 기본지침서 관점별 분석내용

구분	〔조달청〕시설사업 BIM적용 기본지침서 분석내용
3D형상제작 기준	BIM데이터 작성기준을 각 설계응모 단계별로 제시하고 있으며, 각각 공통 데이터작성기준을 포함하여 공간모델 데이터, 건물모델 데이터, 그리고 대지 모델 데이터 작성기준에 대한 가이드를 제시함
4D 및 5D 활용기준	시공단계 BIM적용지침의 활용목표를 공정관리 및 공사비관리를 제시하고 있으며, 적용범위 및 수준은 입찰자의 제안사항으로 구체적 가이드를 제시하지 않고 있음
LOD기준	설계 응모 성격 및 단계에 따라 1/50 ~ 1/200의 축척에 상당하는 상세수준을 제시하고 있으며, 단계별 최소 부재 입력대상의 수준을 제시하고 있음
IFC적용기준	BIM데이터 제출 포맷은 IFC 2x3이상의 규격으로 기준을 정하고 있음
발주가이드	조달청 내부적인 지침으로 공모단계와 당선자 선정 후 사업수행단계에 BIM 관리를 위한 수행조직 및 역할을 정의하고 있으며, 설계단계별 BIM적용관리 및 품질관리 기준에 대한 지침을 제시함

우선 3D형상에 대한 제작기준에 대하여 공모단계 응찰자가 기본적으로 지켜야할 제작기준을 제시하고 있으며, 발주자의 BIM모델 활용기준에 대하여 기본원칙과 방법 그리고 대상을 제시하고 있다. LOD(Level of Detail)기준은 발주자의 관리수준에 대한 상세 축척을 제시하고 있으며, 납품을 위한 제출 포맷으로 IFC를 활용하도록 기준을 제시하고 있다. 본 가이드는 조달청의 설계공모용이므로 공모단계 자체업무수행 조직 및 역할을 제시하고 있으며, 납품 성과품의 품질관리를 위한 기본기준을 제시하고 있다.

1.2 국토해양부 '건축분야 BIM적용 가이드'

「국토해양부 건축분야 BIM 적용 가이드」는 국내 건축분야의 개방형 BIM을 도입하고, 적용하는데 필요한 공통적 요건을 정의하여 제공하는데 목적을 두고 있다. 지침은 건축분야의 발주자, 설계사, 건설사, 관련업체 등 공공 또는 민간부문의 기관들이 BIM을 도입할 수 있도록 업무적으로 가이드하는 BIM업무가이드, 정보모델을 기반으로 하는 BIM데이터 포맷 및 소프트웨어, 분류체계 등의 기술적인 부분을 가이드하는 BIM 기술가이드, 그리고 BIM업무를 수행하기 위한 사업관리체계, 품질관리기준, 성과품제출에 대한 기준설정 가이드, 그리고 BIM업무수행의 비용에 관한 가이드를 제시하는 BIM관리가이드로 표 1.6.3과 같이 구성된다.

표 1.6.3 국토해양부 건축공사 BIM적용 가이드 구성내용

구성 항목	항목내용
BIM 업무가이드	BIM 업무를 수행하는데 필요한 가이드로서 업무대상, 절차, 방법 등을 대상으로 하는 지침
BIM 기술가이드	BIM 기술을 구현하는데 필요한 가이드로서 소프트웨어, 데이터, 정보의 분류 등을 대상으로 하는 지침
BIM 관리가이드	BIM을 적용하는 사업을 관리하기 위한 가이드로서 사업관리, 납품 등을 대상으로 하는 지침

국토해양부는 BIM을 정책적으로 도입하기 위해 '건축분야 BIM 적용 가이드'를 발행하였다. 본 가이드는 국내 건축분야의 발주자, 설계사, 건설사, 관련업체 등 공공 또는 민간부문의 기관들이 각각 고유한 목적과 환경요건에 따라 자체적 BIM실무기준을 제작할 수 있도록 틀을 제공하고 있다. 따라서 본가이드는 특정 대상이 없으며 실무가이드 제작을 지원하는 가이드이다. 이러한 관점에서 3D형상에 대한 제작기준은 부록의 공통 BIM데이터 작성기준과 공통 BIM품질기준에서 제작기준을 제시하고 있다(표 1.6.4). 또한 4D 및 5D활용기준은 건설정보 분류체계 및 소프트웨어의 연계를 통해 공정 및 공사비 산출 가능성에 대하여 명시하고 있으며, 명확한 LOD수준을 제시하지 않고 주체간의 협의를 통한 수준정의를 제시하고 있다. 국가적인 차원에서 IFC를 표준포맷으로 사용하도록 가이드 하고 있으며, 발주자관점에서 발주지침 템플릿을 예시로 제공하고 있는 수준이다.

표 1.6.4 건축분야 BIM 적용가이드 관점별 분석내용

구분	〔국토해양부〕건축분야 BIM 적용가이드
3D 형상제작기준	공통 BIM 데이터 작성기준과 공통 BIM 품질기준을 별첨으로 첨부하고 있으며 건축BIM모델의 3D형상에 대한 작성 및 품질기준을 제시함
4D 및 5D 활용기준	건설정보 분류체계 및 소프트웨어의 연계를 통해 공정 및 공사비산출을 할 수 있다는 수준으로 정의하였음
LOD기준	적용수준에 대하여 주체 간 협의를 통해 정할 수 있다는 수준으로 정의함
IFC적용기준	표준포맷으로 IFC를 사용하도록 가이드하고 있으며, IFC지원소프트웨어, 납품을 위한 포맷, BIM성과품 제출 시 IFC관련 변환데이터 포함하는 등의 내용을 제시함
발주가이드	발주자가 현상설계에 BIM 적용 시 적용할 수 있는 BIM적용지침 템플릿을 예시로 제공함

1.3 한국건설기술연구원 '건설정보모델 작성·납품 공통기준'

「한국건설기술연구원, 건설정보모델 작성・납품 공통기준」은 건설정보모델을 활용하고 관리하는데 필요한 공통적 기준을 정하여 국내 건설 분야 건설정보모델의 작성・납품에 필요한 공통적 요건을 정의하는데 목적을 두고 있다.

공통기준의 구성은 국토해양부의 BIM업무가이드의 도입부분을 보다 구체적으로 제시하고 있는 건설정보모델 도입기준, 건설정보를 모델링하는데 필요한 작성기준 및 정보 분류체계의 기준을 제시하고 있는 건설정보모델 작성기준, 그리고 건설정보모델의 납품 및 제출을 위한 기준을 가이드하는 건설정보모델 납품・제출기준으로 구성되며 표 1.6.5와 같다.

표 1.6.5 한국건설기술연구원 건설정보모델 작성.납품 공통기준 구성내용

구성 항목	항목내용
건설정보모델 도입기준	건설정보모델을 활용하여 업무를 수행하는데 필요한 기준으로 목표, 조직, 단계별 업무, 절차, 방법 등을 대상으로 하는 지침
건설정보모델 작성기준	건설정보모델을 구현하는데 필요한 모델작성기준, 정보 분류체계 등을 대상으로 하는 지침
건설정보모델 납품・제출기준	건설정보모델을 작성하여 제출하기 위한 기준으로 산출물 생성, 결과보고서 작성, 데이터포맷, 소프트웨어 등을 대상으로 하는 지침

‘건설정보모델 작성・납품 공통기준’은 건설CALS/EC의 단체표준으로 공고된 기준이며 지침의 활용주체에 따른 수행지침을 제작하기 위해 활용된다. 이러한 관점에서 ‘건축분야 BIM 적용 가이드’와 목적을 같이 하지만 내용을 살펴보면 표 1.6.6과 같이 보다 상세한 기준을 제시하고 있다. 우선 3D형상제작기준에 대하여 공통 BIM 작성기준, 모델별 작성기준, 그리고 모델 데이터를 구성하는 객체 및 속성에 대하여 구체적인 기준을 제시하고 있다. 4D 및 5D 활용기준에 대하여 부속서에 BIM모델의 활용분야에 활용의 이점 및 잠재적 가치와 요구시스템을 제공하는 수준으로 가이드 하고 있다. LOD기준은 대상이 명확하지 않기 때문에 기본 1/100수준을 제시하고 있으며, 활용목적에 따라 정할 수 있다고 명시하고 있다. IFC적용기준에 대하여 표준 및 납품포맷으로 IFC 활용을 원칙으로 하고 있다. 발주자관점에서 BIM관리자 및 감독자의 역할과 납품절차에 따른 역할을 개괄적으로 명시하고 있다.

표 1.6.6 건설정보모델 작성.납품 공통기준 관점별 분석내용

구분	〔한국건설기술연구원〕 건설정보모델 작성 · 납품 공통기준
3D 형상제작기준	건설정보모델 작성기준을 통해 공통작성기준, 모델별 작성기준, 그리고 모델데이터를 구성하는 객체 및 속성의 분류체계 개념과 도입을 위한 가이드를 제시함
4D 및 5D 활용기준	부속서의 건설정보모델 활용분야에 공정 및 공사비에 대하여 활용개요와 활용 시 이점 및 잠재적 가치 그리고 필요한 시스템정보를 제공하고 있음
LOD기준	건설정보모델 작성기준에 적용축척, 기준단위, 그리고 상세수준에 대한 일관성을 언급하고 있으며, 모델데이터의 상세수준의 축척은 1/100을 기본으로 하되, 목적에 따라 상세수준을 정하여 활용할 수 있다고 가이드 함
IFC적용기준	국제표준 ISO16739, IFC, ISO/DIS29845-1을 기본 기준으로 하여, 가이드에서 IFC객체를 활용하고 있음. 또한 납품을 위한 포맷에 대하여 IFC2x3 이상으로 제시함
발주가이드	발주자 BIM관리자 및 감독자의 역할을 개괄적으로 제시하고 있으며, BIM납품절차에 따른 역할을 정의하고 있음, 또한 부속서 품질기준 목록에 BIM을 검토할 수 있는 품질검토 항목을 제시하고 있음

1.5 가상건설연구단, 3차원 건축설계 지침

1.5.1 개요 및 구성내용

「가상건설연구단, BIM적용 설계 가이드라인(3차원 건축설계 지침)」은 건축분야의 건설 전 생명주기에서의 BIM도입과 적용을 위한 기본적인 지침을 제공하는데 목적을 두고 있다.

본 3차원 건축설계 지침은 크게 모델 가이드라인과 모델링 가이드라인으로 구분하고 있으며, 건축분야에서 발생되는 정보를 바탕으로 단계별, 분야별 모델의 특성과 수준을 정의하고 있다. 아래 그림 1.6.1은 본 가이드라인의 목차를 보여주고 있다.



그림 1.6.1 3차원 건축설계 지침 목차

우선 모델 가이드라인은 모델의 개념과 구성과 모델의 기능 및 활용에 대하여 가이드하고 있다. 모델의 개념과 구성에서는 건축프로세스별 모델의 활용 목적에 대하여 정의하고 있으며, 분야별 모델과 통합모델에 대하여 정의하고 있다.

또한 각 분야별로 모델의 단계별 수준에 대한 개념을 설명하고 있다. 모델의 기능 및 활용에서는 통합모델과 분야별 모델을 활용하여 1. 시각화, 2. 모델검토, 3. 데이터추출, 4. 모델교환, 5. 견적, 6. 4D시뮬레이션, 7. 에너지 분석, 8. 도서생성에 대하여 설명하고 있으며 각각의 활용분야에 대한 목적을 제시하고 있다. 이 가이드라인에서는 그림 1.6.2와 같이 분야별(건축, 구조, 기계, 전기, 토목, 조경)로 단계별 산출도서를 정의하고 있다.

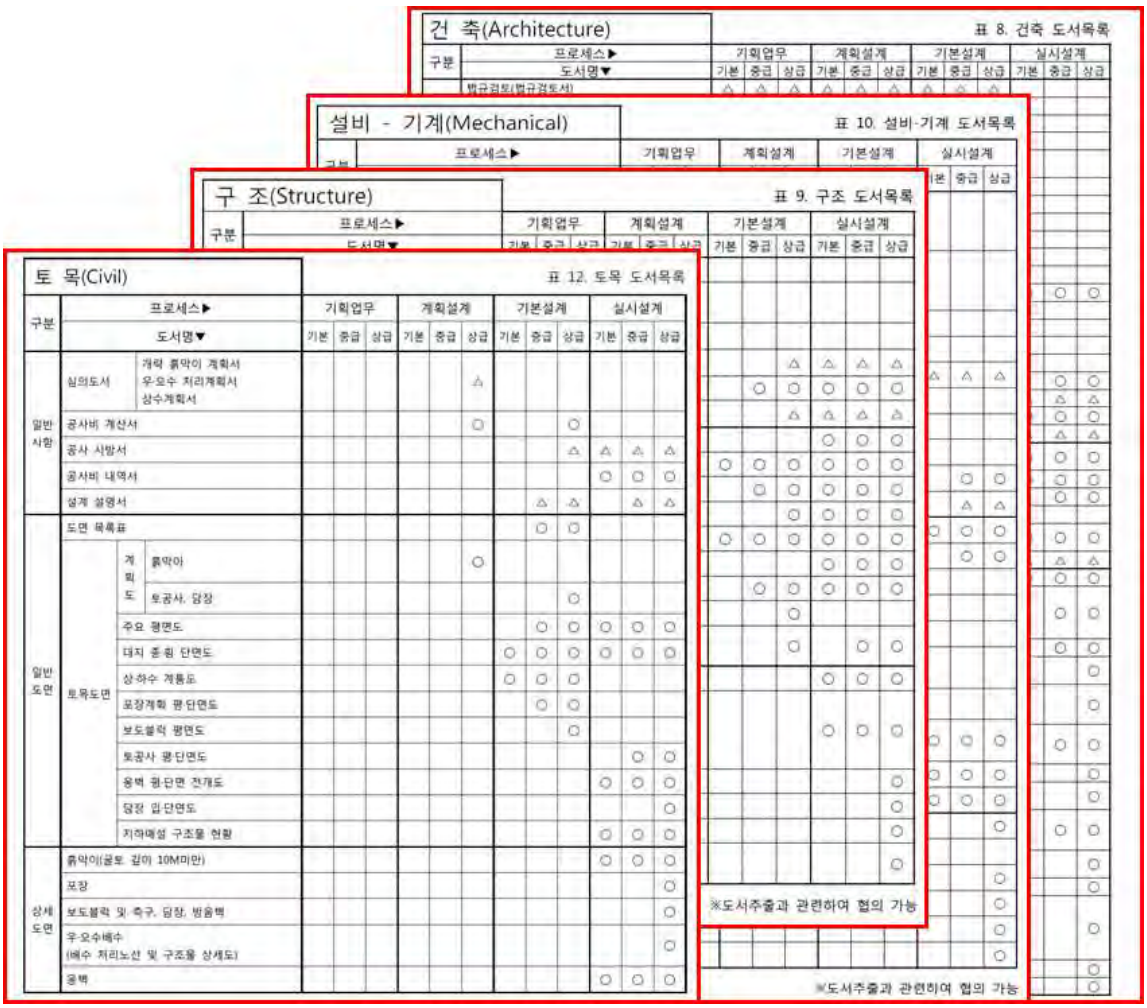


그림 1.6.2 건축분야별로 정의한 단계별 산출 도서목록

모델링 가이드라인은 각 모델링을 위한 건축프로세스와 모델링 개념에 대하여 정의한 BIM모델링과 기획업무, 계획 설계, 기본설계, 실시설계, 입찰 및 시공, 시설관리의 순서로 각 프로세스별 업무에 대하여 가이드 하고 있다. 각 설계단계(기획, 계획, 기본, 실시설계)의 구성내용으로는 목적, 주요업무, 프로세스 다

이어그램, 그리고 Activity별 주요내용을 명시하고 있다. 프로세스 다이어그램은 그림 1.6.3과 같이 생성>체크>분석>승인의 순서로 전개되고 있으며, 해당 단계의 산출물을 정의하고 있다. 입찰 및 시공단계 또한 목적, 주요업무, 프로세스 다이어그램 그리고 Activity별 주요내용을 명시하고 있으나, 프로세스 다이어그램의 전개순서가 입찰>시공>준공>허가의 순서로 전개되고 있으며, 해당 단계의 산출물을 정의하고 있다. 시설관리의 프로세스 다이어그램은 운영관리>판단>보수 및 기록의 순서로 전개되고 있다. 각 프로세스에 대하여 발주자, 설계자, 시공자와 같은 주체별 교환정보 및 업무에 대하여 Activity별 수행업무에 대한 설명을 제시한 것이 특징이다.

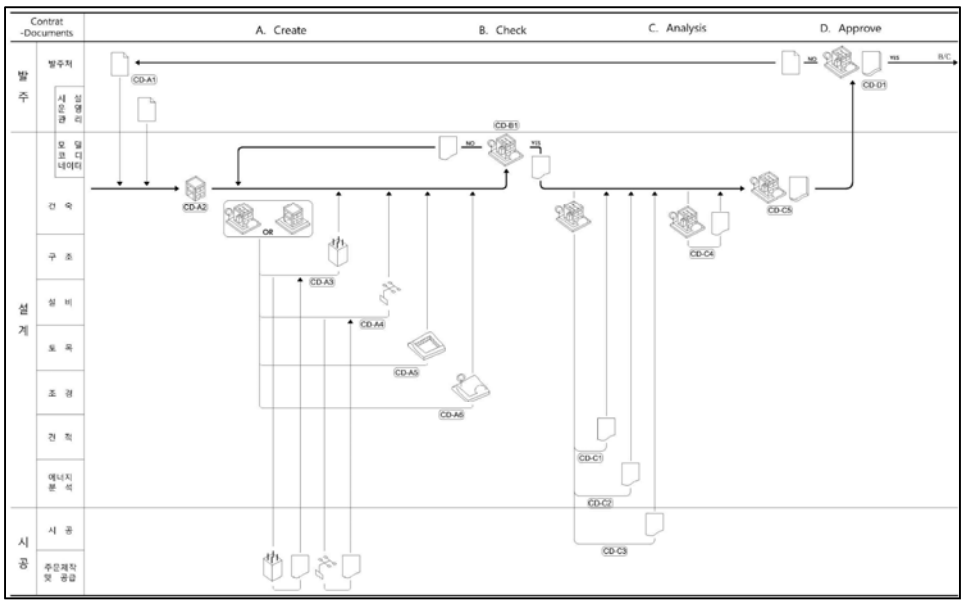


그림 1.6.3 건설단계별 건설주체의 업무프로세스 정의

1.5.2 관점별 분석

표 1.6.7은 각 관점별로 지침을 분석한 내용을 정리한 것이다. 가상건설연구단에 의하여 발행된 3차원 건축설계 지침은 건축분야에 한정하여 건설 전체 Life Cycle을 대상으로 BIM업무수행을 위한 모델과 모델링 관점에서 가이드를 제시하고 있다. 본 장에서 기준으로 하고 있는 3차원 형상제작기준에 대하여 이 가이드는 업무프로세스를 정의하고 해당 단계별로 상세수준을 제시하고 업무중심으로 가이드를 제시하고 있으며, 4D, 5D 활용기준에 대하여 단계별 4D 및 5D에 대한 업무를 제시하고 모델 활용분야에서 활용 목적을 제시하고 있다. LOD

기준에 대하여 BIM모델을 구성하는 건축, 구조, 설비, 토목, 조경에 대하여 단계별 요구정보의 수준을 산출물 관점에서 제시하였으며, 형상에 대하여 개념적으로 제시하였다. 본 가이드라인은 연구과제의 결과물로서 정보교환에 대한 IFC기준을 제시하지 않고 있으며, 발주가이드에 대하여는 프로세스별 발주자의 역할만을 제시하였다.

표 1.6.7 3차원 건축설계 지침 관점별 분석내용

구분	〔가상건설연구단〕 3차원 건축설계 지침
3D형상제작기준	3D형상 제작에 대한 설계단계 업무프로세스를 생성(create)-검토(Check)-분석(Analysis)-승인(Approve)으로 정의하고 설계단계별 업무프로세스 항목의 상세업무를 주체별로 제시함
4D 및 5D 활용기준	건설프로세스를 기획업무, 계획 설계, 기본설계, 실시설계, 입찰/시공, 시설관리의 6단계로 구분하고 각 단계별로 4D 시뮬레이션 및 공사비(견적)에 대한 업무를 제시하고 있음
LOD기준	건축 BIM 모델을 구성하는 토목, 조경, 설비, 구조, 그리고 건축모델의 설계 단계별 정보의 수준을 정의함
IFC적용기준	내용 없음
발주가이드	업무주체를 발주, 설계, 시공으로 구분하여 건설 프로세스별 역할을 제시함

1.6 가상건설연구단 '3차원 토목설계 지침'

1.6.1 개요 및 구성내용

「가상건설연구단, BIM적용 설계 가이드라인(3차원 토목설계 지침)」은 토목분야의 설계 및 시공에서 정보를 갖는 3차원 객체모델을 활용한 설계 및 시공을 수행하기 위해 요구되는 3차원 형상모델 및 정보체계의 정의, 데이터관리체계 및 보안, 연동성, 협업 환경 속에서의 역할을 제시하는데 목적이 있다.

이 지침은 일반사항, 설계솔루션 연동 가이드라인, 해석연동 가이드라인, 견적연동 가이드라인, 가상현실 연동 가이드라인, 호환성 및 정보체계 가이드라인, 그리고 부록으로 구성되어 있다. 그림은 3차원 토목설계 지침의 목차를 보여주고 있다.

우선 일반사항의 구성내용은 그림 1.6.4의 목차에 기술되어 있는 것처럼 BIM을 토목분야에 적용하기 위해 기본적으로 요구되는 적용범위, 정보모델, 그리고, 정보체계에 대한 기반사항과, 업무를 수행하기 위해 요구되는 BIM기반 설계프

로세스와 주체별 고려사항, 데이터 관리체계 및 보안사항, 협업을 위한 환경 등에 대한 업무체계에 대하여 가이드를 제시하고 있다.

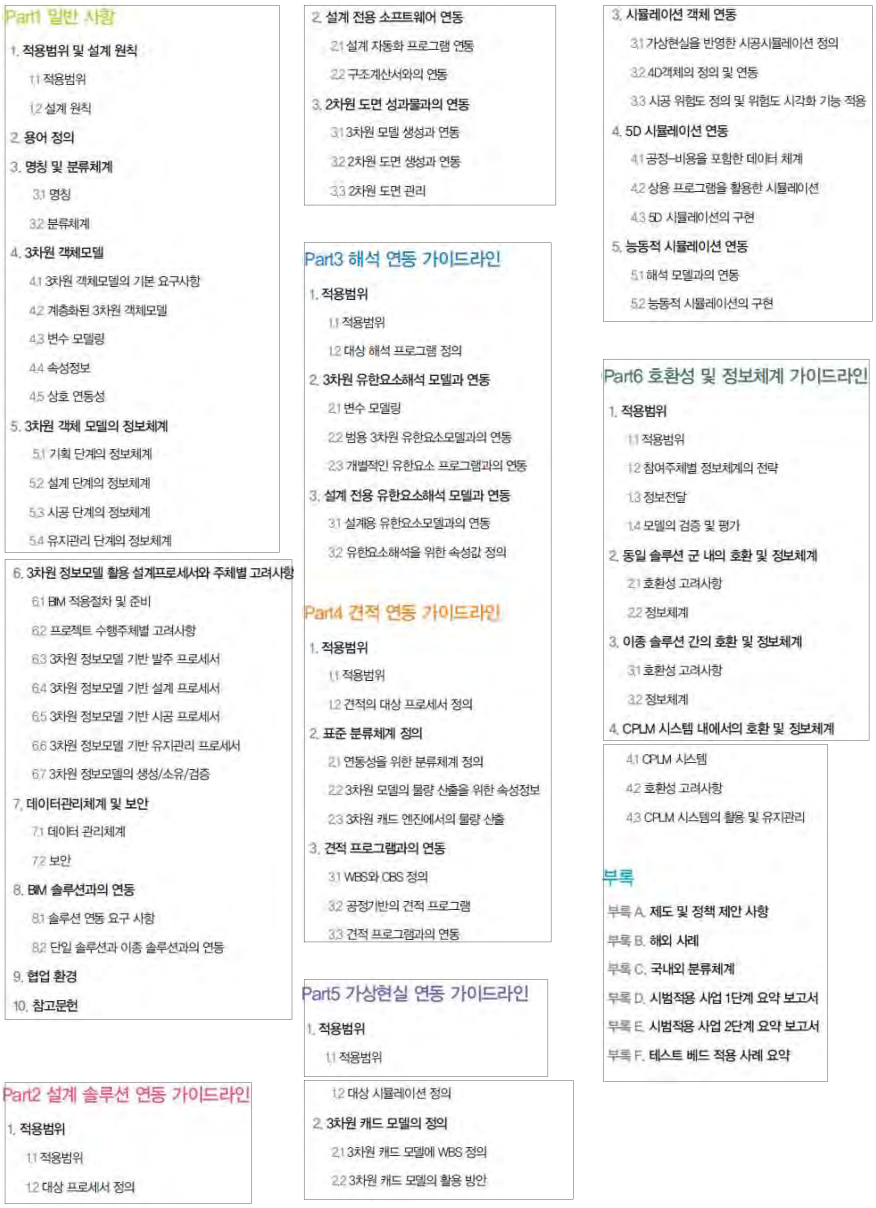


그림 1.6.4 3차원 토목설계 지침 목차

3차원객체모델은 3차원객체의 기본요구사항에 대하여 모델의 구성, 분야별 모델의 유기적 연동과 협업, GIS연동, 모델의 파일포맷에 대한 유연성, 물량 및 견적 자동화, 이력정보, 시공관리에 활용, 협업을 통한 정보교환, 분류체계 반영에 대한 내용으로 구성되어 있다. 계층화된 3차원 객체모델에 대하여는 모델 계층화를 통한 장점을 제시하고 계층화모델을 예시로 제시하고 있다. 또한 변수모

델링에 대하여 모델의 재활용을 위해 변수모델링을 권장하고 있다. 속성정보에 대하여 객체의 속성에 대한 여러 형태와 속성의 관리방법에 대한 가이드를 제시하고 있다. 그리고 상호연동성은 데이터교환 표준체계를 제시하고 이종 시스템간의 연동요구사항에 대하여 가이드하고 있다.

3차원 정보모델의 정보체계에 대하여 단계별로 제시하고 있으며, 먼저 기획단계의 정보체계는 해당 단계에 요구되는 BIM모델의 활용 및 구성정보에 대하여 가이드하고 있다. 설계단계의 정보체계는 활용범위에 따른 정보의 수준과 활용목적에 따른 사전 정의사항 등에 대하여 기술하고 있다. 시공단계의 정보체계는 이력정보의 모델입력사항, 유지관리 시 요구되는 정보의 구축에 대하여 가이드하고 있다. 또한 유지관리단계의 정보체계는 유지관리단계 BIM모델을 활용하기 위한 정보구축과 활용에 대하여 가이드를 제시하고 있다.

3차원 정보모델 활용 설계프로세서와 주체별 고려사항은 BIM적용 절차 및 준비, 프로젝트 수행주체별 고려사항과 각 단계별(발주, 설계, 시공, 유지관리)프로세서, 그리고 3차원 정보모델의 생성/소유/검증에 대한 항목으로 구성되어 있다. BIM적용 절차 및 준비에서는 BIM프로젝트를 실행하기 위해 요구되는 사항에 대하여 설명하고 있다. 프로젝트 수행주체별 고려사항은 시설물소유자, 설계자, 시공자가 고려해야할 사항을 명시하고 있다. 3차원 정보모델 기반 단계별(발주, 설계, 시공, 유지관리)프로세서는 각 단계별 프로세스를 설명하고 있으며, 요구사항과 고려사항에 대하여 가이드를 제시하고 있다. 3차원 정보모델의 생성/소유/검증에서는 계약 시 요구되는 생성, 소유, 검증에 대한 기준을 명시하고 있다.

데이터관리체계 및 보안에 관하여 데이터관리를 위해 요구되는 정보관리체계에 대한 사항과 설계 및 시공정보의 축적 및 교환을 위해 단계별 보안체계 구축에 대한 가이드를 제시하고 있다. BIM솔루션과의 연동에서 연동을 위한 요구사항을 정의하고, 단일솔루션과 이종솔루션간의 연동에 필요한 절차를 간략히 설명하고 있다. 또한 협업 환경에서는 정보 전달체계, 협업설계환경에 대하여 가이드를 제시하고 있다.

PART 2에는 보다 상세하게 설계솔루션 연동 가이드라인을 제시하고 있다. 즉, 설계를 위해 사용되는 자동화 설계프로그램, 구조계산서, 2차원도면과 3차원 정보모델의 연동성을 확보하기 위한 기본적인 고려사항에 대하여 적용범위를 정하고 있다. 적용범위에서 제시한 설계자동화 프로그램 연동에 대하여 설계전

용 소프트웨어가 갖추어야할 기본사항에 대하여 기술하고 있으며, 구조계산서와 연동에 관련한 사항을 가이드하고 있다. 다음으로 2차원 도면 성과물과의 연동에 대하여 3차원 모델 생성과 연동, 2차원 도면 생성과 연동, 그리고 2차원 도면 관리 순서로 가이드를 제시하고 있다.

PART 3에는 해석 연동 가이드라인을 제시하고 있다. 여기서는 3차원 정보모델과 유한요소해석 프로그램과의 연동을 위한 기본적인 고려사항들을 대상으로 하고 있으며, 해석프로그램은 전용 해석프로그램과 범용 유한요소해석 프로그램을 대상으로 가이드라인의 적용범위를 정하고 있다. 3차원 유한요소해석모델과 연동에 대하여 해석을 위한 변수모델링에 대하여 가이드하고 있으며, 범용 3차원 유한요소 모델과의 연동, 그리고 개별적인 유한요소 프로그램과의 연동에 대하여 가이드하고 있다. 그리고 설계전용 유한요소해석모델과 연동에서는 설계용 유한요소 모델과의 연동과 유한요소해석을 위한 속성 값 정의 순서로 가이드를 제시하고 있다.

PART 4에는 견적연동 가이드라인을 제시하고 있다. 여기서는 3차원 정보모델과 물량산출 및 견적산출을 위한 솔루션과의 연동성 확보를 위한 고려사항을 대상으로 가이드를 제시하고 있다. 먼저 표준분류체계 정의에서 연동을 위한 분류체계에 대하여 설명하고 있으며, 3차원모델의 물량산출을 위한 속성정보에 대하여 가이드하고 있고, 3차원 캐드엔진에서의 물량산출에 대한 가이드를 제시함으로써, 3차원 정보모델을 활용한 물량산출단계의 가이드를 기술하고 있다. 다음으로 견적 프로그램과의 연동에 대하여 작업분류체계(WBS)와 비용분류체계(CBS)를 정의한 후 공정기반 견적프로그램을 설명하고, 견적프로그램과의 연동방법을 개념적으로 설명하고 있다.

PART 5에는 가상현실 연동에 대하여 가이드하고 있다. 여기서는 3차원 정보모델과 4D 및 5D 등의 시뮬레이션 솔루션간의 연동성 고려사항을 대상으로 3차원 모델의 고려사항을 제시하고 있다. 먼저 3차원 캐드모델에 WBS를 정의하는 절차 및 방법에 대하여 설명하고 있으며, 3차원 캐드모델의 활용방안에 대하여 가이드하고 있다. 시뮬레이션객체 연동에 대하여 4D객체를 정의하고 연동을 위한 요구사항을 제시하였으며, 시공단계 위험도 정의 및 시각화기능에 대하여 활용예시를 설명하고 있다. 5D시뮬레이션 연동에 대하여 공정-비용을 포함한 데이터 체계를 설명하고 있으며, 상용프로그램을 활용한 시뮬레이션방법, 그리

고 5D 시뮬레이션의 구현을 위한 사전준비 사항에 대하여 설명하고 있으며, 능동적 시뮬레이션 연동에 대하여 해석모델과의 연동과 능동적 시뮬레이션 구현에 대하여 사례를 기반으로 설명하고 있다.

마지막으로 PART 6에는 호환성 및 정보체계에 대하여 가이드하고 있다. 여기서는 동종 시스템 혹은 이종 시스템 간에 3차원 정보모델의 호환성을 확보하기 위한 기본적인 고려사항을 제시하고 모델의 최종적인 소유자의 효과적인 3차원 모델의 관리 및 전달을 위한 정보체계 및 추천사항에 대하여 가이드하고 있다. 이에 대하여 본 장에서는 동일솔루션 군 내의 호환 및 정보체계, 이종솔루션 간의 호환 및 정보체계, 그리고 CPLM 시스템 내에서의 호환 및 정보체계에 대하여 가이드하고 있다.

부록에는 제도 및 정책제안사항을 사례별로 제시하고 있다. 또한 국내외 분류체계를 지침별로 보여주고 있으며, 시범적용사업의 보고서를 단계별로 예시로 보여주고 있다. 마지막으로 가상건설연구단 토목부분의 테스트베드 적용사례를 요약하여 지침서에 제시하고 있다.

1.6.2 관점별 분석

가상건설연구단에 의하여 발행된 '3차원 토목설계지침'은 토목설계 및 시공단계 BIM을 활용한 업무단위로 가이드를 제시하고 있다(표 1.6.8). 3D형상제작기준에 대하여 정보모델과 정보분류체계 관점에서 원칙을 제시하고 있으며, BIM 모델 활용대상에 따라 3차원 모델에 대한 가이드를 제시하고 있다. 4D 및 5D 활용기준에 대하여는 견적연동 가이드라인에서 분류체계를 활용한 연동 방안을 제시하고 있고, 가상현실 연동가이드라인에서 연동방안에 대한가이드를 제시하고 있으며, 4D와 5D를 동시에 고려할 수 있는 데이터체계를 제시하고 있다. LOD기준에 대하여 AIA에서 제시한 LOD가이드라인 5단계를 제시하고 있으며, IFC적용기준에 대하여 기존 정보모델표준의 한계를 제시하고 있다. 끝으로 발주가이드에 대하여 3차원 정보모델 기반 발주프로세서를 통해 절차, 활용범위 및 방법 규정, 그리고 비용 및 절차에 대하여 가이드 하고 있다.

표 1.6.8 3차원 토목설계 지침 관점별 분석내용

구분	〔가상건설연구단〕 3차원 토목설계 지침
3D형상제작기준	3D 형상제작에 대하여, 건설 전 단계에 걸쳐 공유하고 협업을 지원하는 것을 원칙으로 제시하고 있으며, 정보 분류체계 및 정보모델 관점에서 원칙을 제시하고 있음 3D 객체모델의 기본요구사항과 3D 객체모델의 계층화, 모델링방법 등에 대하여 기술적인 기준을 제시하고 있으며, 3D 객체모델의 기획, 설계, 시공, 유지관리단계 정보체계에 대한 기준을 제시함
4D 및 5D 활용기준	견적연동 가이드라인에서 BIM기반 공사비 산정을 위한 표준분류체계를 통한 물량산출과 WBS, CBS의 연동을 통한 공정비용 통합견적방안에 대하여 사례를 기반으로 가이드 하고 있음 가상현실 연동가이드라인에서 4D 객체를 정의하고 3D와 4D의 연동방안에 대하여 가이드하고 있으며, 4D와 5D를 동시에 고려할 수 있는 데이터 체계를 제시함
LOD기준	적용 범위 및 설계 원칙에서 AIA에서 제시한 LOD에 대한 가이드라인의 5단계를 제시하고 있음
IFC적용기준	STEP, IFC, KOSDIC의 한계점을 제시하고 있으며, IFC를 표준포맷 및 기준으로 제시하고 있지 않음
발주가이드	3차원 정보모델 기반 발주프로세서를 통해 발주 절차규정, BIM모델의 활용범위와 방법 규정, 그리고 BIM기술 적용에 따른 비용 및 절차마련에 대하여 가이드 함

2. 국외 BIM지침

BIM지침은 국가별로 대상범위 또는 목적에 따라 편차를 보이고 있으나, 개방형 BIM의 도입 및 적용을 추진 중인 국가들을 중심으로 개발되고 있다. 미국은 개방형 BIM의 도입 및 적용을 위하여 정부 및 공공발주기관별로 지침을 개발 중에 있다. 이러한 지침들 가운데, NBIMS-US 지침은 상위의 공통적이고 일반적인 특징을 갖고 있으며, 공공발주기관들은 이 지침을 기초로 자체지침들을 개발하고 있다.

덴마크는 자국의 공공발주 BIM 채택과 개방형 BIM 포맷의 납품을 권고하기 위해 정부기관 주도로 지침을 개발하였고, 건설 프로젝트에 시범적으로 적용하고 있다. 독일은 빌딩스마트 독일연맹을 중심으로 개방형 BIM 포맷의 유통 및 활용을 위한 지침을 개발하였고, 실무적 적용을 위해 개방형 BIM 소프트웨어의 검증 및 인증을 추진하고 있다.

개방형 BIM의 도입 및 적용을 추진 중인 주요 공공발주기관들은 상세한 여러 기준 및 규정을 포함하는 개방형 BIM 지침을 개발하고 있다. 미국 GSA는 3D-4D-BIM 프로그램(지침)을 개발하였고, 2006년 말부터 모든 설계사들에게 기존 설계도면을 개방형 BIM 포맷으로 제출할 것을 요구하고 있다. 핀란드의 Senate Properties는 COBIM프로젝트를 통해 기존의 BIM Requirements 2007을 업데이트하고 추가로 4개의 새로운 버전을 공개하였다.

2.1 미국 NIBS 'National BIM Standard-US'

NBIMS-US(National Building Information Modeling Standard-United States)의 개발은 미국 NIBS(National Institute of Building Sciences)의 FIC(Facility Information Council) 산하 NBIMS 위원회에 의해 주도되었고, NBIMS는 개요, 원리, 방법론을 포함한 국가표준지침(대통령령 13423, 2007년 1월 24일)으로 2007년 12월에 발간되었다. NBIMS는 업무의 비효율성으로 인한 불필요한 저가치 추구와 고비용 증대를 감소시키기 위해 표준 환경에서 건물정보교환을 위한 표준을 확립하여 혁신적인 정보기술에 의한 향상된 업무 프로세스의 대전환을 지원하기 위해 개발되었다.

지침의 주요 내용은 표 1.6.9와 같이 시설물 생애주기 동안 모든 관련업무 상황에 부합하는 개방적이고, 호환 가능한 정보교환 형식과 혁신적인 업무 프로세스의 개발을 위한 원리, 방법론, 적용사례들을 다루고 있다. 지침은 1권의 5개 섹션으로 구성되며, 섹션별 구성은 개요, 프롤로그, 정보교환 개념, 정보교환 내용, 개발프로세스로 분류된다.

표 1.6.9 NBIMS 구성

섹션	장
섹션 1 개요, 원리, 방법론 소개	1.1장: 요약
	1.2장: NBIMS 버전1-파트1의 문서 읽기 방법
섹션 2 NBIMS 프롤로그	2.1장: BIM의 전체범위
	2.2장: NBIMS 위원회 소개
	2.3장: 향후 NBIMS 버전
섹션 3 정보교환 개념	3.1장: 정보교환 개념 소개
	3.2장: 상호운용의 데이터모델과 역할
	3.3장: 정보 저장 및 공유
	3.4장: 정보 보증
섹션 4 정보교환 내용	4.1장: BIM 활용의 최소한도(BIM Minimum)
	4.2장: 능력 성숙 모델(Capability Maturity Model)
섹션 5 NBIMS 개발 프로세스	5.1장: 정보교환 표준 개발 및 활용 프로세스의 개요
	5.2장: (표준개발의) 워킹그룹 형성과 요구사항 정의
	5.3장: 사용자 중심 정보교환 모델
	5.4장: 벤더 중심 MVD, 구현 및 인증 시험
	5.5장: 산업 적용
	5.6장: 합의(Consensus) 기반 승인 방법

2.2 핀란드 'Common BIM Requirements 2012'

핀란드의 'Common BIM Requirements 2012'는 재무부(Ministry of Finance) 산하의 공공기관(Senate Properties) 주도로 개발되었고, BIM 요구사항을 총 13

개의 내용으로 나누어 정리하고 있으며, BIM 요구사항과 응용 소프트웨어 등 실질적인 BIM 가이드라인을 제공하고 있다. buildingSMART Finland는 표 1.6.10과 같이 기존의 BIM Requirements 2007의 업데이트된 9개 시리즈(1-9)와 새롭게 4개 시리즈(10-13)를 2012년 3월 27일 공개하였다.

표 1.6.10 핀란드 "Common BIM Requirements 2012" 시리즈 내용

시리즈번호	가이드 제목
Series 1	General part(일반)
Series 2	Modeling of the starting situation(초기 모델링)
Series 3	Architectural design(건축 디자인)
Series 4	MEP design(MEP 디자인)
Series 5	Structural design(구조 디자인)
Series 6	Quality assurance(품질관리)
Series 7	Quantity take-off(물량산출)
Series 8	Use of models for visualization(시각화를 위한 모델 활용)
Series 9	Use of models in MEP analyses(MEP 분석에서 모델 활용)
Series 10	Energy analysis(에너지 분석)
Series 11	Management of a BIM project(BIM프로젝트 관리)
Series 12	Use of models in facility management(유지관리에서 모델 활용)
Series 13	Use of models in construction(시공에서 모델의 활용)

2.3 덴마크 '3D Working Method 2006'

덴마크의 3차원 관련 국가지침들은 NAEC(National Agency for Enterprise and Construction)에서 추진된 디지털 건설 프로젝트의 일환으로 2006년 6월 개발 및 발간되었다. 지침들은 표 1.6.11과 같이 3D Working Method 2006, 3D CAD manual 2006, Layer and Object Structures 2006, 그리고 3D CAD Project Agreement 2006으로 이루어져 있다. 이러한 지침들은 현재의 작업 프로세스와 제품생산을 지원하고, 업무주체들 간의 정보교환을 촉진시키기 위해 건설제품과 작업 프로세스를 위한 공통지침으로 제공되며, 유통, 교환되는 정보의 구조화를 위한 디지털인프라 구축을 위해 개발되었다. 이러한 목적에 부합되는 지침들은 3차원 설계정보가 건설프로젝트 동안 생성되고, 교환되며, 재이용될 수 있도록 모든 업무주체들을 대상으로 공통의 작업방법, 규정, 표준들을 제공하고 있다.

표 1.6.11 덴마크 지침의 구성

지침	수록 내용
3D Working Method 2006	모든 업무주체들을 위한 공통의 작업방법에 관한 원리
3D CAD Manual 2006	3D 모델링과 정보교환에 관한 방법
Layer and Object Structures 2006	레이어 및 객체에 관한 코드명 명시
3D CAD Project Agreement 2006	지침의 프로젝트 적용에 관한 보증(정보교환, 제출 포맷, 의무 이행 범위 등)

지침은 표 1.6.12와 같이 총 4권으로 구성된다. 표 1.6.12의 작업방법 지침(3D Working Method 2006)은 모든 업무주체들을 위한 공통의 작업방법에 관한 원리를 담고 있다. CAD매뉴얼 지침(3D CAD Manual 2006)은 3D 모델링과 정보교환에 관한 방법을 제공한다. 레이어 및 객체구조 지침(Layer and Object Structures 2006)은 레이어 및 객체에 관한 코드명 체계 및 기준을 제공한다. 마지막으로, 프로젝트 동의 지침은 프로젝트 적용에 관한 보증(즉, 정보교환, 제출포맷, 의무이행 범위 등)을 다루고 있다. 표준화는 작업방법, 모델링, 개방형 BIM, 레이어 및 객체구조체계를 대상으로 삼고 있으며, 지침의 보급은 건설 프로젝트의 업무주체들을 대상으로 한다.

표 1.6.12 덴마크 지침의 구성별 항목

지침 구분	섹션
3D Working Method 2006	섹션 1-개요: 지침의 개발 목적, 구성 및 내용
	섹션 2-모델링 개념: 전제조건, 개념 및 모델링
	섹션 3-정보수준: 분야모델의 정보수준 및 이용, 정보수준의 기술
	섹션 4-예시: 3차원 작업방법을 갖는 설계 프로세스
3D CAD Manual 2006	섹션 1-개요: 지침의 범위, 구성 및 내용
	섹션 2-파일 및 폴더 체계: 분야모델의 폴더 및 이름 체계, 유효 문자
	섹션 3-모델링: 모델링 분야 및 구성, 마스터 모델
	섹션 4-분야모델의 이용: 종합 모델, 도면 생산, 시뮬레이션, 간섭체크, 시각화, 데이터 추출, 문서화
	섹션 5-분야모델과 데이터의 교환: 교환 포맷, 매체, 절차, 책임
	섹션 6-품질 보증: 분야모델, 시뮬레이션, 데이터 추출
Layer and Object Structures 2006	섹션 1-개요: 객체 및 레이어 구조, 덴마크 건설 분류체계
	섹션 2-레이어 체계: 방법, 분류코드 체계, 규정
	섹션 3-객체 체계: 속성 데이터, 공통 객체 타입, 정보 수준, 특성

2.4 독일 'User Handbook Data Exchange BIM/IFC'

buildingSMART Germany는 건설 프로세스 단계별 응용소프트웨어들 간의 원활한 정보교환을 위하여 지침을 발간하였다. 이 지침은 10단계 분야별 BIM/IFC데이터 교환 시나리오를 담고 있으며, 실제 프로젝트를 대상으로 하고 있다.

지침은 건축물을 디자인할 때, 프로젝트 참여자들 간의 이익을 증대시키고 캐드 데이터의 중복 방지 그리고 동일 캐드데이터를 최신정보로 업데이트하기 위한 방안으로 마련되었으며, 실제 프로젝트를 진행하는데 있어서 협력업체들 간의 업무의 투명성 및 경제적인 손실을 방지하고 업무상의 마찰로 발생되는 손실을 줄이기 위한 목적으로 개발되었다. 지침은 표 1.6.13과 같이 10단계의 정보교환 시나리오에 기반을 둔 개방형 BIM 데이터의 요구조건을 다루고 있다. 지침 구성은 건축, 설비, 전기, 구조시스템, 시설물관리로 분류되며, 지침은 개방형 BIM 데이터의 유통 및 교환에 필요한 요구조건을 명시하고 있다.

표 1.6.13 독일 지침의 구성

내용		장
1단계	건축CAD	빌딩디자인 내보내기
2단계		HVAC/전기모델 가져오기
3단계	설비CAD	건축모델 가져오기
4단계		HVAC 모델 내보내기
5단계	전기CAD	건축/HVAC모델 가져오기
6단계		전기모델 내보내기
7단계	구조시스템	건축모델 가져오기
8단계		계산결과 내보내기
9단계	CAFM	공간기반의 CAFM에 건축모델 가져오기
10단계		기술CAFM에 HVAC/전기모델 가져오기

2.5 미국 GSA 'BIM Guide Series'

GSA(General Services Administration)의 지침은 연방 기관들이 작업영역에서 전문적인 솔루션을 가지고 인수서비스 및 관리정책을 펴도록 대중에게 제공하는 것을 목적으로 하고 있다. GSA, PBS(Public Buildings Service), OCA(Office of the Chief Architect)는 건축, 엔지니어링, 도시개발, 건설서비스, 프로젝트관리 등의 분야에서 11개 GSA 지역 모두에게 리더십과 정책방향을 제공하고 있다. GSA에서 PBS는 연방 정부를 위해 3억4,200만 평방피트 규모의 기존 설비를 수리하고 현대화하는 작업을 수행하고 있으며, OCA는 국가 3D-4D-BIM 프로그램을 수용하고 있다.

지침은 다른 연방기관들로 하여금 BIM의 채택을 유도하고, GSA 업무에서 실제 적용을 촉진시키며, 개방형 BIM을 효과적으로 활용할 목적으로 개발되었다. 지침은 표 1.6.14와 같이 총 8권으로 구성된다. 현재 1-5권은 드래프트 버전으로 발간된 상태이며, 3D-4D-BIM 개요 및 공간프로그램 인증, 3D 레이저 스캐닝, 4D Phasing, 그리고 에너지 성능과 운영을 다루고 있다. 또한, 진행되고 있는 버전으로 6-8권이 진행되고 있으며, 유지관리에 대한 8권은 완료된 상태이다. 현재 발간된 지침에서 표준화는 개방형 BIM과 3D-4D-BIM 프로그램(적용방법 및 기준)을 대상으로 하며, 지침의 보급은 GSA 업무관련 참여주체들을 대상으로 한다. GSA는 현재의 지침을 개발하기 전에 이미 여러 R&D 프로젝트들을 추진해왔으며, 그 결과들은 BIM 지침에 반영되어 있다.

표 1.6.14 미국 "GSA Guidelines" 시리즈 내용

시리즈번호	가이드 제목	상태
Series 1	3D-4D-BIM Overview	Draft
Series 2	Spatial Program Validation	Draft
Series 3	3D Laser Scanning	Draft
Series 4	4D Phasing	Draft
Series 5	Energy Performance and Operations	Draft
Series 6	Circulation and Security Validation	Formulating
Series 7	Building Elements	Formulating
Series 8	Facility Management	Completed

2.6 미국 NIST ‘General Building Information Handover Guide’

“General Building Information Handover Guide” 지침은 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology) 주도로 FIATECH과의 협력 하에 출판되었다. 지침 개발의 목적은 건축물 정보와 정보 시스템의 사용자 및 개발자에게 정보 이양(전달)에 따라 직면하는 문제들의 예방과 최신기술의 적절한 활용을 지원하는데 있다. 표 1.6.15와 같이, 이 지침은 이기종 환경에서 성공적이고 효율적인 정보 이양을 위해 “Capital Facilities Information Handover Guide (CFIHG) Part 1” 지침에서 제시된 원리 및 방법론을 포함하고 있으며, 이외에도 프로젝트 정보 이양 계획 및 구현에 관한 고려, 요구조건, 선진업무 등을 수록하고 있다.

표 1.6.15 미국 NIST 지침의 구성

지침 구분	섹션
General Buildings Information Handover Guide	섹션 1 - 정보 이양 지침의 필요성
	섹션 2 - 건축물 산업 일반
	섹션 3 - 중요 개념 및 용어
	섹션 4 - 정보 이양의 적용사례
	섹션 5 - 정보 이양 계획, 실행 및 관리
	섹션 6 - 결론, 권고사항

지침의 주요 내용은 프로젝트에서 참여주체들 간의 시설물 정보의 교환을 위해 필요한 요구조건과 메커니즘 확립에 관한 기준을 담고 있다. 지침은 표 1.6.15와 같이 1권의 6개 섹션으로 구성된다. 섹션 1-4는 정보 이양에 관한 필요, 근거, 개념, 적용사례들을 다루고 있으며, 섹션 5-6은 정보 이양에 관한 계획, 실행 및 관리에 관한 원리, 방법, 권고사항 등을 포함한다. 표준화 대상은 정보 이양에 관한 기준이며, 지침 보급은 건설 프로젝트의 업무주체들을 대상으로 한다.

3. 시사점

국내 건설 분야는 건축분야를 중심으로 BIM이 확산되고 있으며, 국가기관 및 단체에 의해 정보모델 표준, 지침, 제도 등 BIM 도입 및 확산을 위한 기반체계가 구축되고 있다. 조달청은 시설사업 혁신 및 재정집행 관리 강화를 목적으로 BIM을 단계적으로 적용하는 BIM추진계획을 발표하였으며, 「시설사업 BIM적용 기본지침서 v1.0」을 통해 BIM발주를 견인하고 있다. 국토해양부는 기관별 BIM 실무기준을 제작할 수 있도록 기본프레임을 제공하기 위해 “건축분야의 BIM적용 및 활성화 방안 연구”에 의거하여 작성된 「건축분야 BIM 적용가이드」를 제공하여 기관별 BIM도입을 지원하고 있다. 또한 “건설기술 개발 및 관리 등에 관한 운영 규정”에 의거하여 한국건설기술연구원에서 개발된 「건설정보모델 작성·납품기준」은 건축, 토목, SOC분야 등 건설 전 분야의 건설정보모델을 활용 및 관리하는데 필요한 공통기준을 제공하는 것이며, 현재 건축분야를 시작으로 단계적으로 확장개발을 목표로 하고 있다. 그리고 국내 BIM에 관하여 연구를 수행한 “가상건설연구단”은 연구결과를 바탕으로 건축 및 토목분야 「BIM적용 설계 가이드라인」을 개발하여 BIM활용을 위한 기술가이드라인을 제안하고 있다. 그 밖에도 빌딩스마트협회 및 한국BIM학회를 중심으로 BIM 확산을 위한 연구 및 노력이 이루어지고 있지만, 도로(토목)분야는 건축분야와 달리 표준, 제도, 지침 등 BIM도입을 위한 기반체계가 전무한 실정이다. 향후 도로(토목)분야 BIM 도입 및 활성화를 위하여 제도적 정비가 필요할 것으로 사료된다.

제7절 소결

1. 토목분야 BIM 도입 및 GIS 통합·연계 필요성 증대

사례 분석 결과, BIM의 적용가능성 및 효용성 검증을 통하여 관련 기술의 필요성이 증대되고 있다. 토목분야의 경우 건축에 비해 연구개발 및 적용이 미진한 상태이며, 적극적인 기술개발 투자를 통하여 세계 토목 BIM 시장을 선도하여야 할 것이다. 건축분야의 경우, BIM 도입과 관련한 민간의 노력 및 다양한 연구개발 프로젝트 수행을 통하여 관련 논문 발표가 활발히 일어나고 있다. 토목분야의 경우 BIM 관련 기술 부족 및 적용 사례 부족으로 인하여 연구 개발이 미흡한 상황이었으나, 현재 토목분야 BIM관련 연구가 점차적으로 늘어나고 있는 추세이다. 건축 중심의 BIM 소프트웨어 및 도구 개발 그리고 가상건설연구단 등 대형 연구 프로젝트로 건축분야 연구개발이 활발히 이루어져 왔으며, 토목분야의 경우 관련 소프트웨어 및 도구의 부족으로 인한 기술 적용의 난이, 그리고 발주의 대부분이 공공기관인 토목 프로젝트의 특성상 관련 적용기준 등의 정비와 함께 BIM 기술 적용 및 연구개발에 더욱 적극적으로 투자할 가치가 있다고 판단된다. 또한 향후 토목분야 BIM활용성 증대를 위하여 GIS 공간정보와의 통합·연계가 필수적이며, 적극적으로 토목분야에 BIM을 적용하여 관련 연구를 지속적으로 수행해 나가는 것이 필요하다.

2. 전세계적인 토목 BIM 도입 추세

특허분석 결과 BIM 분야의 기술개발이 현재 성장기에 접어들어 활발한 연구개발이 이루어지고 있는 것을 알 수 있으며, 우리나라의 경우에도 특허 출원 및 등록 추이가 증가추세에 있는 등 우리나라의 BIM 기술도 성장기에 접어들었다. BIM과 관련하여 기술선점을 위하여 국내뿐만이 아니라 해외 특허를 적극적으로 출원 및 등록하고, 이를 통해 해외 진출의 교두보로 첨단기술을 더욱 확고히 할 필요가 있다.

토목분야 국제 표준의 경우 전세계적으로 표준화를 진행하려는 움직임이 있으나 현재까지 뚜렷하게 결과물이 나오고 있지는 못한 상태이다. 하지만 한국건설기술연구원이 중심이 되어 주도적으로 연구를 진행중이며, 향후 우리나라 기업

의 토목분야 BIM 시장 선점을 위하여 적극적인 표준화 작업을 통해 우리나라에서 제안한 표준 스키마가 토목분야 국제 표준이 될 수 있도록 노력하고 있다.

3. 토목 BIM 도입 활성화를 위한 정책적 지원 필요성

전세계적으로 BIM기술 개발 및 적용에 힘쓰고 있으며 우리나라 역시 세계수준의 BIM기술 달성을 위하여 관련 연구개발 및 법·제도적 정비가 필수적으로 선행되어야 할 것이다. 또한 우리나라와 최고 수준기술 보유국과와의 기술 격차를 줄이기 위하여 일본의 국토교통성을 중심으로 진행한 CIM(Construction Information Model) Pilot Project를 참고하여 시범사업 등의 수행을 통해 적극적으로 기술개발에 힘써야 할 것이다. 특히, 영국, 미국, 싱가폴과 같이 정부 중심의 BIM 활성화 방안 사례를 참고하여, 민간영역에서 해결하기 쉽지 않은 법, 제도, 가이드라인 등의 정비가 필요하며, BIM관련 소프트웨어 활용 및 개발을 통하여 기술 격차를 더욱 좁혀 새로운 시장의 요구에 선제적으로 대응하여야 할 것이다.

제2장 도로분야 BIM도입 타당성 분석

제1절 도로분야 BIM 도입의 필요성 및 경제성 분석

1. 도로분야 BIM 도입의 필요성 분석

1.1 경제적 필요성

1.1.1 도로 예산집행의 효율성 및 투명성

도로의 건설은 사업초기 막대한 자본이 투입되는 공공투자사업으로 사업성 평가인 예비타당성 조사와 기본설계, 실시설계, 시공의 과정을 거쳐 수행되는 사업이다. 정부는 이러한 공공투자사업의 효율성과 투명성을 제고하기 위하여 사업의 기획단계에서부터 사업평가, 예산집행 및 사후관리에 이르는 프로젝트 사이클을 중심으로 관리해 오고 있다. 도로의 예산집행을 효율적으로 하기 위해서는 계획·설계·시공·유지관리 등 사업 전과정에서 정보의 연계성 및 활용성이 확보되어야 하나 계획·설계단계의 자료가 유지관리단계로까지 연계되지 못하고 사업단계별 별도로 작업하게 되어 예산이 낭비되며 건설사업의 투명성에도 영향을 미친다.

도로사업은 그 특성상 많은 분야 업무주체들이 다양한 형태의 정보를 생성하고 공유하므로 분야별, 단계별로 생성되는 정보를 통합적으로 관리하고 연계시킬 수 있는 통합된 정보모델이 필요하다. 이를 위하여 설계·시공·유지관리단계에서의 주요 필요성을 기술하였다.

(1) 설계단계

(가) 정확한 공사비 산출의 필요성

최근의 도로 건설은 관련 단체 및 지역주민의 이해관계, 환경 및 재해문제, 시가화 및 도심의 인프라 등으로 인하여 보다 높은 수준의 기술력을 건설기술자에게 요구하고 있다. 또한, 사업 성격이 확장 및 개량 중심으로 전환되고 있으

며 사업지 주변의 기존 도로시설, 각종 사회기반시설, 지장물, 취락지 등 보다 복합적이고 복잡한 현장의 여건을 고려하여 설계해야 한다.

각종 변경 요인들은 설계 전 단계에 발생할 수 있으며 관련된 계획을 보다 신속하고 정확하게 변경해야 하나 현실은 그렇지 못하다. 왜냐하면 현재의 설계 여건이 CAD를 활용한 수작업의 2차원 설계기법이므로 계획이 변경되었을 때 신속히 보완하기 어렵다. 또한 토목현장은 비정형화 되어 있어 2차원 설계기법으로는 정확히 물량을 산출하기 어려우며, 각종 시설과의 간섭과 시공적합성 등을 확인하는데에도 어려움이 있는 것이 사실이다.

이러한 복합적이고 복잡한 현장여건, 각종 시설물과의 간섭, 시공적합성, 비정형화되어 있는 현장에서의 물량산출 한계 등은 적정 공사비를 산출하기 힘들게 하는 저해요인이며, 시공 시 설계변경의 원인이 된다. 실제 시공 시 설계변경의 주된 요인 중 하나는 현장여건 불일치이며 이러한 설계변경을 최소화하기 위해서는 설계단계에 종합적인 판단과 물량산출을 지원하는 새로운 설계기법이 필요하다.

(나) 설계도서 적산 오류 최소화 필요성

설계단계에서의 정확한 공사비 산출을 위한 물량산출은 관련 프로그램의 지속적 개발과 개선을 통하여 전산화・자동화되고 있으나, 여전히 산출된 수량에 대한 설계자간 교차확인 및 설계감리 등을 통한 점검은 필수적이다. 그림 2.1.1은 세부 공종별 오류 유형을 나타낸다. 이와같이 오류가 발생하는 이유는 도로의 계획도면과 시설물도면 수량간의 연계가 제한적이고, 비정형공종의 도면 및 수량계산이 2D 기반의 물량산출과 수작업에 의존하기 때문이다.

2D 기반의 물량산출은 오류 및 항목누락 등 설계오류 발생 가능성이 항상 존재한다. 실제 한국도로공사에서 부실설계・부실시공 최소화를 위한 적산착오 Zero화 방안 검토 시 설계단계의 일반적인 수량산출의 오류는 도면과 구조계산서, 도면과 산출서간 불일치, 누락, 착오, 중복계상, 계산오류, 노선간, 공구별 적용기준의 상이와 같은 공사원가계산 관련사항 때문임을 확인한 바 있다.

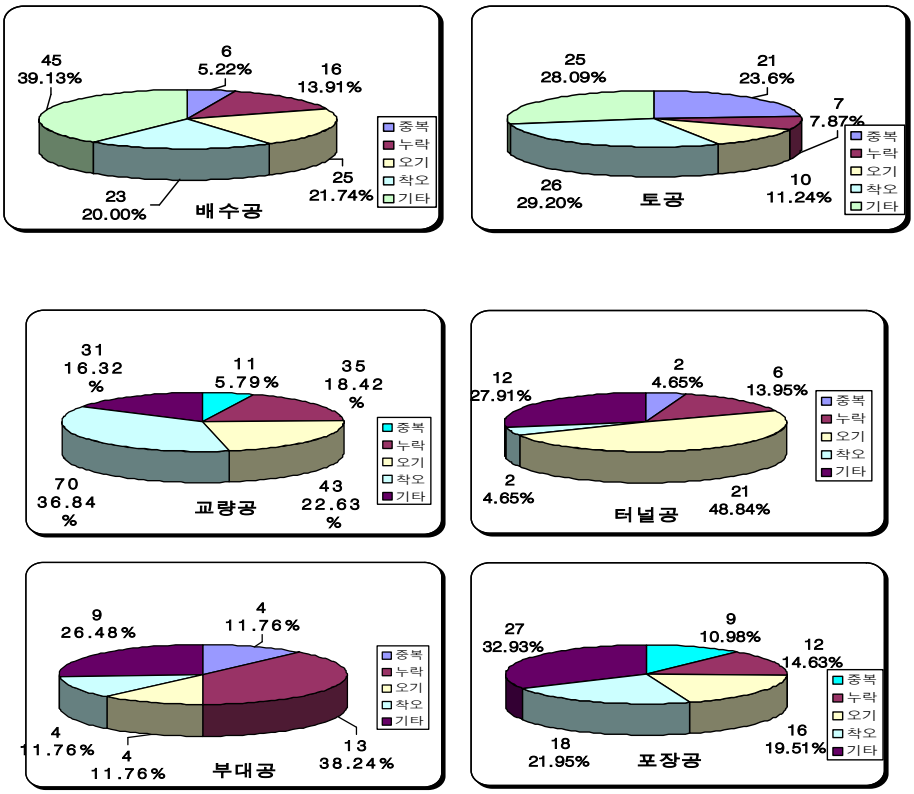


그림 2.1.1 세부 공종별 오류 유형

2D 기반으로 물량을 산출하기 때문에 발생하는 오류를 해소하기 위해서는 토공, 배수공, 교량 및 터널공 등 각 공종별 도면과 물량의 정보가 연계되어야 하고 각종 기준과 계산서, 물량 집계와 내역이 연계되어야 한다.

(다) 성과품 작성의 합리화 필요성

국내는 설계도서의 명확한 구분 및 글로벌 스탠다드화가 미흡하여 불필요한 상세도면을 작성하는 등 업무가 불합리하다. 특히, 실시설계 시 현장상황을 반영하지 못하는 상세설계는 시공 시 도면 등 성과품을 재작성 해야 하는 문제로 귀결된다. 즉 설계·시공단계에서의 연계 및 활용성 부족은 불필요한 중복 작업에 따른 예산낭비로 이어진다.

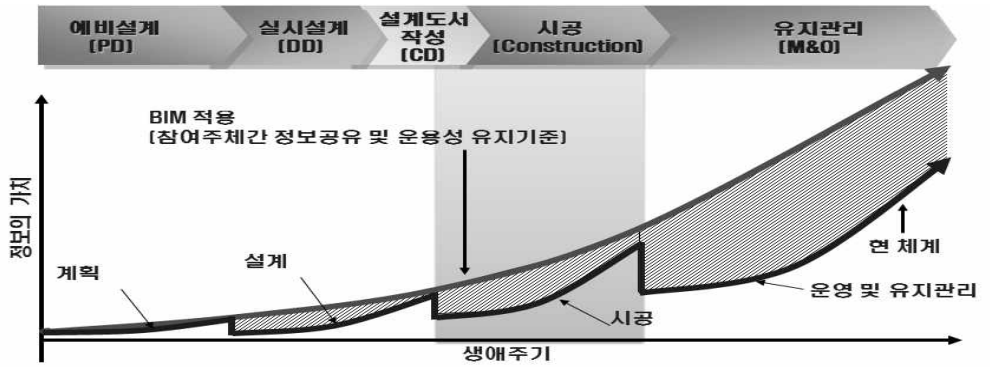


그림 2.1.2 사업 단계별 연계성 비교

따라서, 향후 설계성과품 작성은 기획단계, 설계단계, 시공단계 및 운영단계를 고려하여야 하며 그림 2.1.2와 같이 상호 연계성을 확보할 필요가 있다.

BIM은 3차원 모델링을 통하여 설계하고 이를 시공 및 유지관리단계에까지 정보를 통합관리하여 이용할 수 있는 장점이 있으므로 불필요한 도면과 서류의 작성을 없애고 설계오류 및 누락의 검토와 사전 시공가능성 확인으로 각 단계에서의 합리적인 성과품 작성을 지원할 것이다.

(2) 시공단계

(가) 설계변경의 최소화

국토교통부와 산하 공공기관의 발주공사 설계변경 현황 자료에 따르면 2008년에서 2013년 8월까지 100억 이상 발주 공사 1,116건 중 862건(77.2%)에서 설계변경이 발생한 것으로 나타났다. 862건의 설계변경 횟수는 3,588회, 공사 당 평균 설계변경 횟수는 4.2회에 이르며 사업비 증가율은 5.4%로 나타났다. 사업비 증가액수는 국토부 산하 5개청 1조 6,563억원, 한국토지주택공사 1조 1,887억원, 한국철도시설공단 6,813억원 순으로 조사되었다. 이는 장기간 계속사업에 따른 물가상승, 주변 여건변화, 설계기준 강화에 따른 공법변경 및 안전시설 보강, 지자체 협의 요구반영 및 주거환경 보존 등 민원해소, 각종 기준 변경사항 반영 등이 주요 요인이다. 이러한 잦은 설계변경은 건설행정업무의 과중으로 공사관리 효율성이 저하되고, 대외 신인도의 하락, 총사업비 변경 협의 등 총사업비 관리에 불리하며 저가 공구의 경우 설계변경 신규 비목 발생 시 단가 협의가

불리할 수 있다. 또한 자재 또는 공법 변경에 따른 민원 등의 우려도 예상된다.

설계변경을 최소화하기 위해서는 사업계획 및 설계단계에 사업구간에 관한 각종 정보의 종합적 분석 및 검토를 보다 쉽게 할 수 있어야 하고 현장의 다양한 이해관계를 고려한 시공가능성에 대한 사전검증이 필요하다. 또한 각종 기준변경 및 강화에 따른 설계변경 시 설계자의 의도를 고려한 설계도 중요하다.

BIM은 설계단계에서의 다양한 요인에 대한 사전검증이 가능하고, 설계단계의 각종 정보를 공유하여 설계변경을 최소화 할 수 있어 설계의 연속성을 확보할 수 있다.

(나) 현장여건과 상이한 설계

도로를 포함한 토목사업은 불확실한 요소들로 인해 설계변경의 가능성이 많은 분야이다. 최근의 건설 프로젝트는 복잡성과 다양성으로 인해 시공 중에도 계획 수정 또는 설계변경이 증가하고 있는 추세이다. 1998년 김홍일 의원이 발간한 정책자료집에 따르면 지방 5개국토관리청에 대한 설계변경 발생현황을 조사한 결과 총 49건의 설계변경 발생 건수가 확인되었고 설계변경금액은 총 1조 2천억원에 이르며 그 비율은 평균 21.9%인 것으로 조사되었다(표 2.1.1).

표 2.1.1 총사업비 500억 이상 사업 중 총사업비 대비 5% 이상 설계변경 사업(김홍일 1998)

(단위 : 백만원)

구분	건수	총사업비 (현기준)	총설계사업비	현 투입금액	설계변경	
					금액	비율
계	49건	8,244,148	5,850,092	4,818,173	1,279,522	21.9
서울청	23건	4,369,973	2,473,284	2,269,083	782,155	31.6
원주청	3건	426,465	343,599	271,807	82,866	24.1
대전청	6건	827,317	751,870	548,500	75,447	10.0
익산청	10건	1,544,093	1,344,195	973,778	199,898	14.9
부산청	7건	1,076,300	937,144	755,005	139,156	14.8

설계변경 사유는 발주자의 요구(318건, 51%)가 가장 많으며 감리자의 기술검토(76건, 12%), 설계부실(61건, 10%), 시공자의 요구(53건, 9%), 민원요구(34건, 5%)의 순으로 조사되었다. 발주자의 요구사항으로 인한 설계변경이 많은 이유는 각종 기준 및 방침 변경에 따른 설계변경으로 사료된다.

BIM은 3차원 형상을 기반으로 하고 있어 시설물에 대한 정보의 시각화는 물론, 건설공법의 결정, 공종간의 간섭검토, 2차원 도면에 익숙하지 않은 민원인 또는 관계자와의 의사소통에 이르기까지 다양하게 활용될 수 있는 장점이 있다. 이러한 사전검증 기능은 시공단계에서 발생할 수 있는 변경요인을 최소화 하여 설계변경에 따른 국가예산의 불필요한 집행과 공사지연을 예방할 수 있으며 건설 시설물에 대한 높아진 요구수준을 충족시킬 수 있을 것이다.

(3) 유지관리단계

(가) 시설물 유지관리 정보의 활용성 증대 필요

시특법의 관리 대상인 1종 및 2종 시설물의 기본 및 상세제원을 기록하는 FMS는 시설물의 정밀점검 및 정밀안전진단 시행 여부를 관리하는 기능과 유지관리 업무 수행 내용 관리 위주로 만들어져 있다. 이를 각 관리주체에서 도로시설물의 안전관리를 위하여 FMS에 자료를 입력하지만, 유지관리 측면에서는 관리주체가 실질적으로 의사결정과정에서 이 자료를 활용할 수 있는 여지는 많지 않다. 또한 계측값들을 자체 보고서 및 시스템과 FMS 등에 중복하여 입력할 수밖에 없어 데이터 재입력으로 인한 생산성도 저하되고 있다.

BIM의 도입은 설계·시공단계의 각종 정보를 표준화하고 연계하여 시설물에 대한 지속적인 정보화를 가능하게 하고 기존 유지관리체계가 가지고 있는 한계를 극복하게 한다. 이러한 유지관리단계에서의 BIM 도입은 시설물의 생애주기 비용 분석, 새로운 관리시스템, 자산관리방식 등 다양한 형태로 활용이 가능하며 관리비용의 투명성과 효율성을 높이고 사용자의 편익을 보다 향상시킬 수 있다. 또한 관리단계에서의 합리적인 의사결정을 지원하고 나아가 관리 주체로 하여금 예방적유지관리(Preventive Maintenance)를 가능케 한다.

(나) 예방적 유지관리의 필요성

도로의 주요 시설물은 이용자 측면과 안전 관리측면에서 사후 유지관리보다 예방적 유지관리가 필요하다. 이러한 예방적 유지관리는 기반시설 성능수준을

유지하고 생애주기를 연장시킬 수 있으며 이를 통하여 공공 기반시설의 구조적 안전은 물론 서비스 수준 향상, 감가상각 등 경제적 가치와 투자효율을 고려한 유지관리가 가능하게 된다. 한국건설기술연구원에서는 고속도로 및 일반국도의 교량 4,281개소를 대상으로 시뮬레이션한 결과 소규모 유지보수를 반복적으로 시행하는 방식이 노후화된 교량을 크게 수선하는 방식 대비 생애주기비용을 30.4% 절감할 수 있는 것으로 분석하였다. 이를 근거로 향후 50년간 투자할 SOC 시설 유지관리비용이 104조원에서 72조원으로 절감될 수 있는 것으로 추정하였다. 유지관리는 지속적인 기본 데이터의 구축과 효율적인 예산의 투입, 신속한 조치 등이 필요한데 유지관리 전문인력의 부족, 순환인사로 인한 업무의 충분한 이해와 전문성 부족, 다원화 되어 있는 유지관리시설 관리주체 등으로 인하여 업무분담이 효율적이지 않을 경우 신속한 유지관리 대응이 어려울 수 있다. BIM은 유지관리 대상시설에 대한 설계·시공단계에서의 각종 정보를 기본 데이터로 제공하고 다원화되어 있는 유지관리 시설을 통합하며 설계·시공·보수이력을 통합 관리하여 유지관리 조치 전에 발생하는 상황에 대한 종합적인 의사결정을 지원하는 등 예방적 유지관리를 가능하게 한다.

1.1.2 해외건설 매출 증대

국내 건설사의 해외 도로건설사업 진출은 해외 선진국과 비교적 기술격차가 적은 시공 위주의 사업진출로 인하여 낮은 수익률과 높은 위험에 직면하고 있다. 최근 해외 대형공사는 설계/시공 일괄입찰 방식으로 전환되고 있으며 선진국 대비 낮은 기술 경쟁력의 향상은 제도적, 기술적 혁신을 필요로 하고 있다.

설계단계에서의 사전 검증과 시공단계에서의 공정·자재·품질·안전관리가 가능한 BIM 관련 기술의 개발을 통한 경쟁력 확보는 해외 건설분야에서 고부가가치 분야인 타당성 등 계획분야로의 시장확대로 이어져 전반적인 해외건설 매출증대에 이바지할 것으로 예상된다.

(1) 해외 건설시장 동향

(가) 해외 건설시장 규모 전망

Global Insight에 따르면(표 2.1.2), 2014년 세계건설시장은 4.6% 성장률을 보이며 약 9.6조달러 규모에 이를 것으로 전망된다. 이는 2%대 성장률을 보인 작년 한해에 비해 급등한 수치로 이러한 성장추세는 향후 5년간 연평균 4.3% 성장을 시현하며 2019년 세계건설시장 규모가 약 14.8조달러로 확대될 것으로 예상된다.

표 2.1.2 세계건설시장 규모와 국내 총생산(GDP)(Global Insight 2014)[1)]

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
건설시장 규모(A)	87,997	90,314	96,484	106,749	116,670	126,795	137,388	148,738
GDP 규모(B)	691,677	708,583	734,778	774,612	817,323	864,276	912,928	960,711
건설시장 성장률(%)	2.9	2.0	4.6	5.2	4.2	4.1	4.0	4.0
경제 성장률(%)	3.2	3.0	3.6	3.9	4.0	3.9	3.9	3.9
A/B(%)	12.7	12.7	13.1	13.8	14.3	14.7	15.0	15.5

(나) 해외 엔지니어링 시장 규모 전망(해외건설협회 2014)

해외 설계・엔지니어링 시장은 미국, 영국, 캐나다, 네덜란드, 호주 등 선진국 업체들이 상위 집단을 형성하고 동 집단 내에서 경미한 순위 변동만 있을뿐 신규 진입/퇴출은 거의 없는 과점형 시장이다. 현재 상위 10%인 20대 업체가 전체 해외 매출의 약 60%를 점유하고 있다. 설계・엔지니어링 전문 업체 외에 Bechtel, Flour 등 미국 건설업체들도 포함되어 있는 것이 특징이다.

2013년 해외 설계・엔지니어링 시장은 전년 대비 0.2% 감소하여 글로벌 금융위기 이후 3년 간의 성장세를 마감하였으며, 지역별로는 매출 성장을 견인했던 아시아, 중남미, 아프리카 등 신흥시장도 2013년 감소로 전환되었다.

국가별 점유율은 미국이 34.7%로 독보적 1위를 유지하고 있으며 네덜란드 10.5%, 영국 10.0%, 호주 9.6%, 캐나다 8.1% 등이 미국과 함께 5대 메이저를 형성하고 있다.

한편 200대 업체에 한국 업체는 총 11개사가 포함되어 있으며 2000년대 중반까지는 플랜트, 전력 분야가 매출의 대부분을 차지하였으나, 이후 건축설계 및 토목 엔지니어링 업체의 진출이 활발하게 진행되고 있다.

■ 시장규모

2013년 해외 부문 200대 설계・엔지니어링 업체 전체의 해외 매출은 714억 달러로 국내・외 합계 매출 1,440억 달러의 49.8%를 차지하고 있다. 200대 업체의 해외 매출은 2003년 210억 달러에서 2008년 526억 달러로 급증하면서 글로벌 인프라 붐을 형성하였으나, 2009년 글로벌 금융위기 여파로 전년 대비 0.3% 감소하였다. 이후 2010년부터 성장세를 회복하였지만 2013년 다시 전년 대비 0.2% 감소하게 되었다. 합계 매출도 비슷한 패턴을 보이고 있다. 다만 해외 매출과 달리 2013년에도 전년 대비 1.3% 증가하여 소폭이지만 성장세를 유지하고 있다(그림 2.1.3).

(단위 : 10억달러, %)

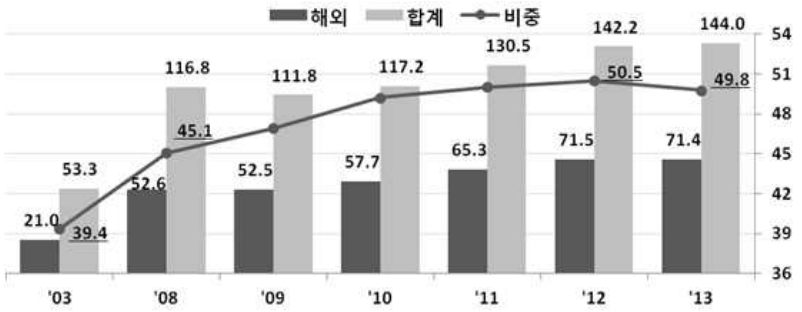


그림 2.1.3 해외 및 합계 매출 추이

(단위 : %)

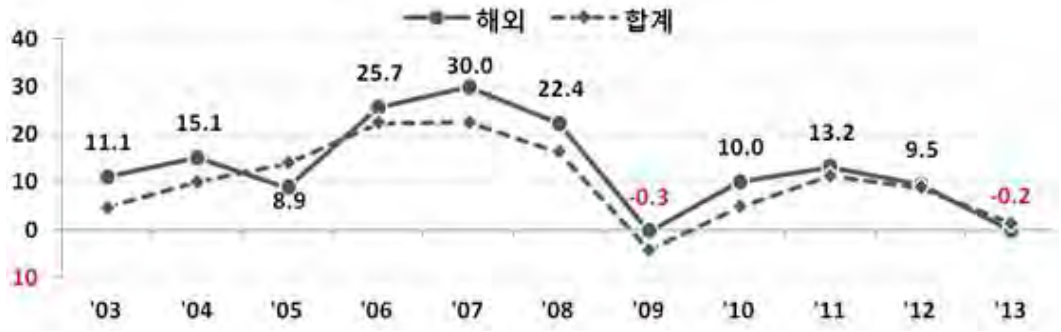


그림 2.1.4 200대 설계.엔지니어링 업체의 해외 및 합계 매출 증감률 추이

■ 국가별 점유율

국가별 해외 설계・엔지니어링 시장 점유율 추이(그림 2.1.4)를 살펴보면 표 2.1.3과 같이 미국이 독보적으로 1위 자리를 고수하고 있지만 2003년 45.9%에서 2010년 31.0%로 급감한 후 최근 35% 수준이다. 네덜란드, 영국, 호주, 캐나다는 10% 내외 수준에서 안정적인 점유율을 유지하고 있으나, 네덜란드와 영국이 소폭 감소하는 경향을 보이고 있는 반면, 호주는 소폭 증가하는 경향이 발견된다. 일본은 2003년 3.7%에서 2013년 0.9%로 점유율이 크게 감소하였으며, 중국은 최근 3%대 점유율에서 등락을 보이고 있다. 한편 한국은 2008년 0.4%에서 2013년 1.4%의 점유율을 보이고 있다.

표 2.1.3 업체 국적별 시장 점유율 추이

(단위 : %)

구 분	'03	'08	'09	'10	'11	'12	'13
미국	45.9	38.2	34.6	31.0	34.9	34.2	34.7
네덜란드	8.7	12.3	11.4	10.9	11.0	11.0	10.5
영국	12.3	11.8	11.6	14.6	11.6	10.5	10.0
호주	n.a.	7.3	7.2	8.1	8.4	10.2	9.6
캐나다	9.5	8.4	7.6	7.2	7.4	8.9	8.1
프랑스	4.9	1.7	3.7	3.6	3.2	3.4	4.0
중국	1.0	2.7	3.9	3.7	3.5	3.1	3.9
스페인	n.a.	n.a.	n.a.	3.0	2.8	2.8	3.2
한국	n.a.	0.4	0.5	0.8	1.2	1.4	1.4
독일	1.9	2.4	2.6	0.9	1.0	1.0	1.4
일본	3.7	1.4	2.4	2.1	1.9	1.7	0.9
이탈리아	0.6	1.4	1.6	1.5	1.9	1.4	0.8

국내 업체의 설계·엔지니어링의 해외 진출은 전력 및 플랜트 분야 중심으로 이뤄지고 있으나, 토목분야도 BIM 도입으로 기술력을 확보하여 해외 시장점유율을 높일 필요가 있다.

(다) 국내외 건설 IT 시장 규모 및 전망

글로벌 건설산업의 친환경, 에너지 효율화, 지능화, 초대형화 추세에 따라 건설시장은 생산성 향상, 유지관리 및 에너지 절감, 친환경 기술 등이 건설 경쟁력을 주도할 것으로 예상되고 있으며, 이를 실현하기 위한 방법으로 건설IT융합기술이 도입되고 있다.

건설산업의 생산성 및 경쟁력 향상을 위한 다양한 시도는 국내·외에 지속적으로 이루어져 왔고 최근에는 그 대안으로서 BIM기술이 시장에서 각광을 받고 있다. 국내의 경우, 민간을 중심으로 시작된 BIM기술 도입은 2009년 이후 공공발주에서 시작하여 정부의 BIM 적용지침서 확산으로 구체화 추세에 있다.

2015년 세계 건설IT융합시장 규모는 약 335조 원, 국내 시장은 2015년에 60조 원 규모의 거대 시장으로 급성장할 것으로 예측하고 있다(벤처기업협회 2009).

IT산업은 우리나라의 국가경쟁력 제고를 위한 전략 산업으로 IT 기술의 건설분야 융합을 통해 새로운 고부가가치 시장 창출에 대한 성공 가능성은 매우 높다.

최근 해외 건설사업 발주 시 사업비의 일정금액을 건설정보화 예산으로 사용하는 사례가 증가하고 있으며 글로벌 건설시장은 생산성 향상, 유지관리비용 및 에너지 절감, 친환경 기술, 안전성향상 등이 건설 경쟁력을 주도할 것으로 예상되며 경쟁력 확보를 위해 건설기술과 정보처리기술(IT)의 융합이 필수적이다.

(라) 국내외 건설관련 S/W 시장 규모와 전망

그림 2.1.5에서 나타나듯 국내 건설 관련 S/W 시장은 2011년 1,058억원의 매출을 기록하였고 그림 2.1.6과 같이 인터그라프코리아 등 해외 업체들이 매출액의 수위를 형성하고 있다. 그러나 도로의 선형설계, 구조해석, 단가산출 등 설계분야에 있어 외산 S/W들의 시장 점유율은 미미하다. 그 이유는 외산 S/W들이 국내 사용자의 요구에 맞게 현지화하지 못하였기 때문으로 분석된다. 특히 외산 S/W들은 개념설계 수준의 도면 정보만을 제공하고 각종 A/S에 신속하게 대응하지 못한 약점이 국내 시장에서의 점유율저하로 나타나고 있다.

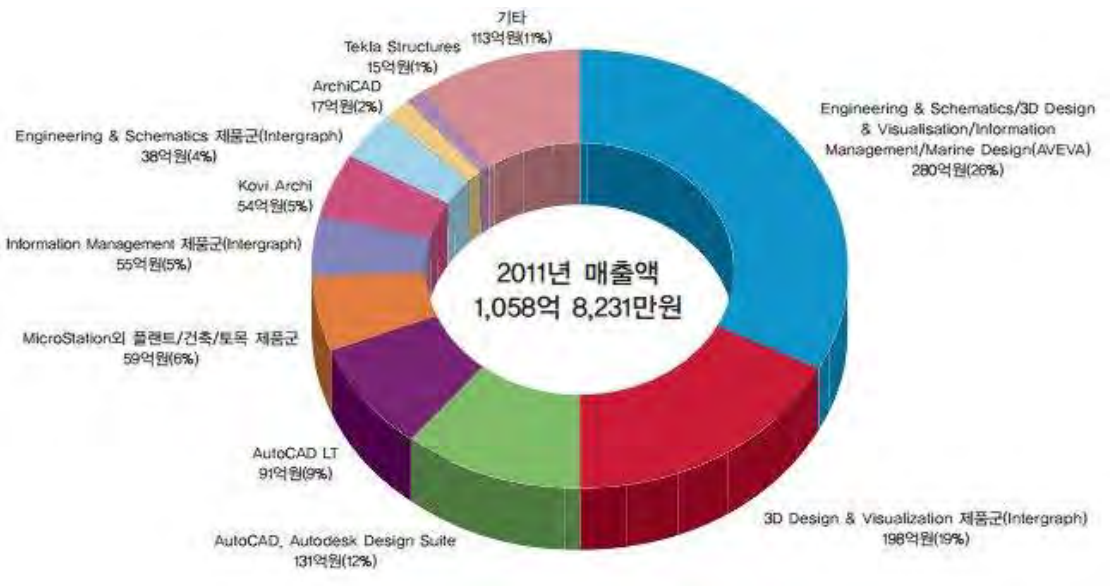


그림 2.1.5 2011년 국내 CAD/CAM/CAE/PDE S/W 총 매출액

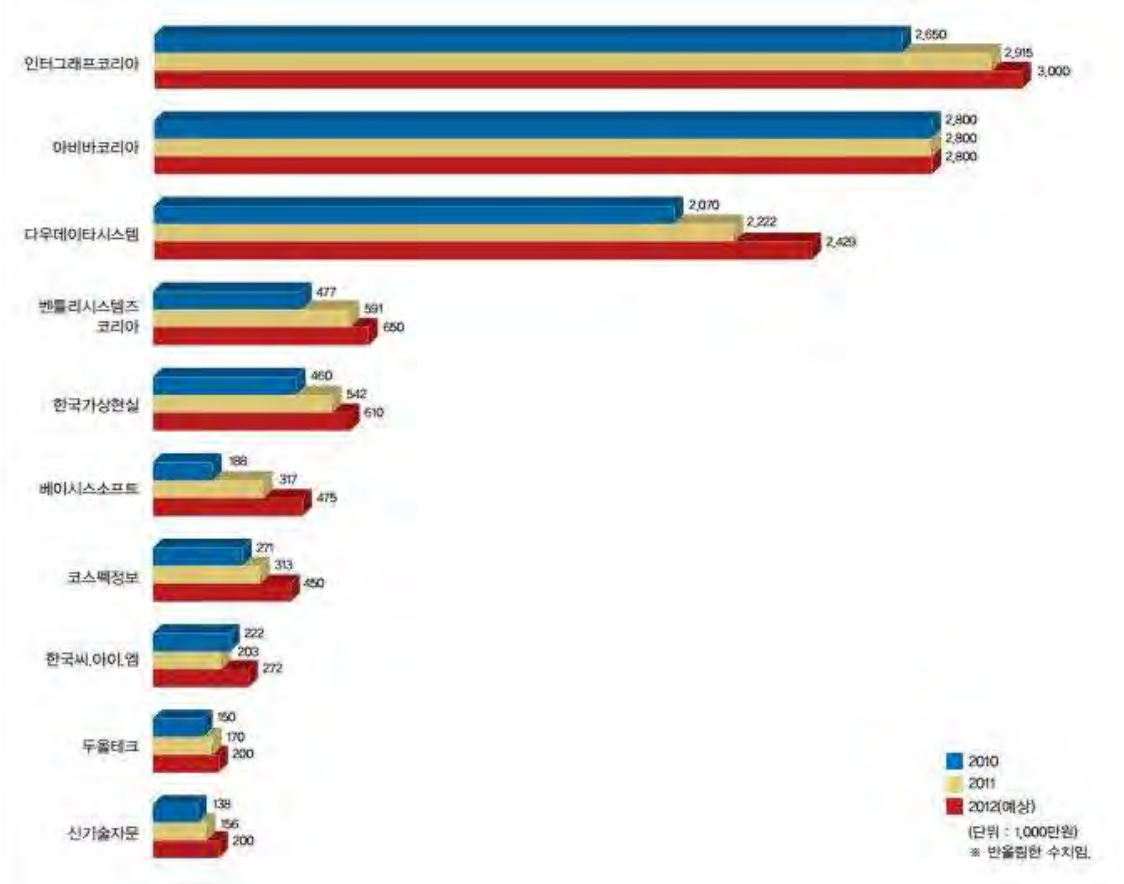


그림 2.1.6 국내 주요 S/W 업체별 매출 현황

글로벌 BIM S/W 시장은 2012년 약 2조 8,900억 원 규모에 이를 것으로 추산된다. 국내 BIM 시장 규모는 해마다 비약적으로 성장하고 있으나 대부분 외국기업이 국내시장을 점유하고 있는 실정이다. AEC 분야에 대한 BIM기술 활용은 2007년 28%에서 2009년 48%로 약 70% 상승하였다.

건축분야의 BIM 기반 S/W 는 활발하게 개발되고 있고, 또 활용되어 상당한 효과를 보고 있는 상황이다. 그러나 토목 분야는 이제 시작단계라고 볼 수 있으며, 기 개발되어 일부 활용되는 S/W 들은 전부 외산 S/W로서 일부 교량설계, 시공 시에 활용되고 있으나, 전통적인 방법과 툴로 설계를 한 후에 거꾸로 BIM 모델링을 하는 형태의 활용이라서 오히려 설계상의 오버헤드가 발생하므로 BIM 소프트웨어 활용의 진정한 효과는 보지 못하고 있다고 볼 수 있다. 상황이 이러하므로 도로설계 시 활용할 수 있는 BIM 기반 소프트웨어는 국내외적으로

거의 개발된 것이 없다고 볼 수 있다. 따라서 제대로 된 BIM 기반 도로설계 소프트웨어가 개발된다면, 국내외적으로 시장을 선점하게 됨으로써 시장을 선도할 수 있게 될 것이다.

(2) 해외 건설기술 동향

(가) 해외 BIM 제도 및 정책 사례

① 미국

□ EO 13423

2007년 1월 24일 대통령교시 13423(Executive Order 13423)에서 에너지 효율을 높이고 탄소배출량을 줄이기 위하여 2015년까지 매년 3%씩의 에너지를 절감하여 2003년 대비 총 30%까지 감축하도록 목표를 설정하였다.

□ NIST 보고서(2004)

미국 건설산업의 경우 건설소프트웨어의 정보 호환성 미흡으로 최소 150억 달러 이상의 비용이 낭비되는 것으로 분석되었다(표 2.1.4).

표 2.1.4 생애주기 및 주체별 상호 호환성 결여에 의한 비용

(단위 : 백만 달러)

Stakeholder Group	Planning, Design and Engineering Phase	Construction Phase	Operations and Maintenance Phase	Total
Architects and Engineers	1,007.2	147.0	15.7	1,169.9
Gerneral Contractors	485.9	1,265.3	50.4	1,801.6
Specialty Fabricators and Suppliers	442.4	1,762.2		2,204.6
Owners and Operators	722.8	898.0	9,027.2	10,648.0
Total	2,658.3	4,072.5	9,093.3	15,824.1

□ NBIMS-US (National Building Information Modeling Standard-United States)

시설물들의 친환경성을 높이고 호환성 결여로 인한 낭비를 줄이기 위하여 2007년 12월에 국가 표준으로서 NBIMS를 제정하였으며 국가 BIM 표준지침을 개발·보급하고, 시설물의 생애주기 동안 정보를 생성하고 관리하기 위한 가이드를 제공하였다. 정보 교환의 개념, 표준개발 프로세스, 정보의 신뢰성, 실무에서 활용가능한 모델에 대한 정보를 제공하면서 이를 국제적으로 통용 가능한 부분과 미국 내에서 적용 가능한 부분으로 구분하였다.

□ OGC (Open Geospatial Consortium) 활동

2008년 2월에 building SMART alliance, OGC, AECOO(Architecture, Engineering, Construction, Owner and Operator) 테스트베드의 후원자들은 AECOO TestBed에 대한 기술요청서(RFT : Request for Technology)를 발행하였는데, 여기에는 소프트웨어 및 연구단체, 사업체 및 관련 회원들에게 TestBed 수행 시 다음과 같은 세 가지의 기술적인 솔루션을 요구하고 있다.

- 빌딩모델과 사업과정의 연계를 위한 의사 결정 지원 및 커뮤니케이션 방법
- 설계과정에서의 에너지분석
- 설계과정에서의 비용산출

OWS-4(OGC Web Sevices, Phase 4) CGB(CAD, GIS and BIM) Thread와 관련되어 AECOO 테스트베드를 통해 IFC와 지리정보의 연계 및 웹서비스를 통한 통합 관련 추가 개발이 진행될 예정이다.

□ COBIE (Construction to Operation Building Information Exchange) 프로젝트

건설 전체 과정에서 발생하는 프로젝트의 필요 데이터들을 확보하고 전달하기 위한 업무를 표준화하고 단순화하였다. COBIE 방식의 주요한 혁신은 프로젝트가 끝날 때까지 기다리는 것이 아니라, 프로젝트 데이터가 발생하는 해당 시점들(설계, 시공, 시운전 등의 시점)에 대한 데이터를 확보하는 것이다. COBIE는 시설물의 생애주기 단계에 따른 총 잠재적 투자수익을 파악하기 위해 필수적으로 예상되는 정보의 흐름을 정의하고 실제 제품의 생산과정이 아닌, 설계에서부터 건설 및 운영에 이르기까지의 정보흐름에 초점을 맞추고 있다.

□ buildingSMART International

buildingSMART International 산하의 BIM전문가들과 대표적 AEC 분야 CAD 업체들(Autodesk, Garphisoft, Bentley Systems)이 GSA와 공동연구를 하여 IFC 기반의 BIM 적용을 위한 일반지침과 소프트웨어 적용 지침을 개발하였다. buildingSMART alliance를 결성하고, 다양한 관련 기구 및 기관을 연합하여 BIM의 국가적인 적용을 가속화하고 있다.

□ GSA (General Services Administration)

미국 조달청(GSA)의 공공시설국(PBS) 건축부(OCA : Office of the Chief Architect)는 미국의 주요 설계자들과 함께 건축설계 품질향상을 위하여 노력하고 있다. 2006년 10월부터 GSA 설계 계약 시 모든 설계사들이 설계도면의 제출을 IFC 기반의 BIM 데이터로 납품하도록 의무화하였으며 NASA, 국방부, National Coast Guard 등 정부기관에서 IFC 기반의 개방형 BIM 모델을 납품 표준으로 채택하였거나 계획을 갖고 있다.

② 핀란드

핀란드 정부는 정부 산하 시설물, 공공 부동산 관리(Senate Properties) 분야에 2007년 10월부터 개방형 BIM 표준 납품을 의무화하였다. 2007년 10월 정부 산하 공공회사인 Senate Properties에 의해 개발된 BIM Requirements는 건설 프로세스에서 업무 분야별 BIM 모델링과 요구조건(요구 및 유통정보)들을 수록하고 있으며 9권의 지침으로 발간되었다. 본 지침은 설계 및 시공 프로세스에서 업무의 의사결정을 향상시키기 위하여 BIM을 이용한 요구 및 유통 정보에 대한 모델링 지침 제공을 주요 목적으로 하며 설계(요구 및 목표, 대안설계, 초기설계, 상세설계) 및 시공(입찰 및 계약, 시공 및 위임)단계를 대상으로 한다. 세부 지침의 범위는 일반, 타당성, 건축/설비/구조설계, 품질 보증 및 모델 병합, 물량 산출, 시각화, 설비분석을 포함한다.

③ 덴마크

덴마크 정부는 2007년 1월 530만 유로 이상의 공공공사에 개방형 BIM 데이터 제출을 의무화 하였다. 3D CAD Manual은 2006년 Digital Construction 프로젝트에서 공공공사 분야 BIM 채택과 IFC 포맷 납품을 위해 개발하였으며 BIM 데이터의 조달을 위한 모델링 및 납품 기준(데이터 형식, 데이터 납품 기준 등), 납품 폴더 체계, 시뮬레이션, 시각화, 문서화 등의 지침 정보를 포함한다.

④ 노르웨이

노르웨이 정부는 인허가 시 BIM에 의한 에너지 분석자료 제출을 의무화 하였다. 또한 건축분야의 계획 심사에 IFC와 GIS 활용을 요구하고, E-Plan Check에 대한 계획을 수립하였고 계획단계부터 사용 승인단계까지 BIM을 활용할 계획이다. BIM Manual Version 1.0은 건설 프로젝트에서 공공 발주분야 BIM 채택과 IFC 포맷 납품을 권고하기 위하여 2008년 4월 개발되었으며 건설 프로세스 단계별 BIM/IFC의 활용 개념 및 방법에 관한 지침을 수록하고 있다. 노르웨이는 2010년부터 건설 프로젝트에서 BIM/IFC를 전면적으로 채택하고 적용할 예정이다.

⑤ 기타

표 2.1.5는 기타 해외 BIM 제도 및 정책 사례를 보여준다.

표 2.1.5 기타 해외 BIM 제도 및 정책 사례

국가	현 황
독일	기존 조달표준인 GAEB를 기초로 IFC 기반의 새로운 독일조달표준을 제정 중
프랑스	IFC를 국가 BIM 표준으로 제안, 정부에서 BIM 연구를 지원
일본	JACIC 등에서 정부 지원의 BIM 연구프로젝트를 진행.
싱가포르	정부 CORENET을 통하여 인허가에 BIM 법규를 자동 체크하는 체계 구축.
호주	BIM을 활용한 시드니 오페라하우스 유지관리시스템 개발
중국	BIM을 디자인 협업을 위한 표준으로 목표를 설정하고, 향후 5년 이내에 IFC포맷을 건설표준으로 채택할 예정(2006년 시작)

(나) 해외 발주 방식의 전환

유럽 및 미국 등 해외 선진국에서는 전통적인 발주방식인 설계/시공 분리발주, 설계/시공 일괄발주, 설계/시공/운영(Design-Build-Operate)발주, 민간투자사업(Public-Private Partnership) 등 다양한 발주방식을 적용하고 있으며 2000년대 이후에는 설계/시공 일괄발주 형태로 발주방식을 전환하고 있다.

이는 공사 시행에 따른 Risk를 정부가 부담하던 예전 공사발주 방식에서 시공자에게 보다 많은 권한을 부여하여 도로건설에 따른 Risk를 시공자가 해결하도록 유도하기 위한 것이다. 또한 시공자는 설계단계에 보다 적극적으로 참여하여 계획, 공법의 선정 및 시공 가능성 등 다양한 의견 협의체를 형성하여 성공적인 도로건설이 가능토록 하고 있다. 이러한 설계/시공 공동 협업체계의 구성은 BIM 기법을 통하여 보다 구체화하고 정량화할 수 있다.

□ 유럽의 발주제도

유럽의 발주제도는 설계/시공 분리, 설계/시공 일괄발주, 설계-시공-운영(Design-Build-Operate)발주, 민간투자사업(Public-Private Partnership) 등 전통적인 발주방식에서부터 대안적인 발주방식까지 수많은 방식들을 활용하고 있다. 특히 민간 부문에 더 많은 리스크를 부과하고, 총 생애주기 동안의 관리 및 운영을 맡기는 새로운 방식들이 도입되고 있다.

□ 네덜란드

네덜란드에서도 전통적인 발주방식은 설계/시공 분리발주이며, 이 방식은 과거 25년 동안 활용되었다. 그러나 2004년 이후 네덜란드의 발주방식은 표 2.1.6과 같이 설계/시공 일괄발주 방향으로 크게 전환되었는데 주된 이유는 리스크를 민간 부문으로 이전시키고자 하는데 있다. 그리고 정부 역시 더 효율화하기 위하여 공공부문의 기술인력(Engineering Staff)을 줄이고 있다.

표 2.1.6 네덜란드의 발주방식 변화(한국건설산업연구원 2006)

발주 유형	2004	2007
설계 / 시공 분리	67%	2%
설계 / 시공 일괄	5%	90%
성능기반 유지관리 계약 (Performance-based maintenance contracts)	25%	100%
컨세션(Concessions)	0%	0%
민간투자사업(PPP/DBFM)	3%	>3%

□ 핀란드

핀란드 도로청(Finnish Road Administration)은 매우 다양한 발주방식을 사용하고 있으나 이전까지 가장 일반적인 방식은 전통적인 설계/시공 분리발주 방식이었다. 2002년 당시 분리발주 방식의 발주 규모는 전체의 발주분의 75%를 차지하여 설계/시공 일괄발주 방식 25%에 대해 규모면에서 앞섰으나 총 예산 지출 규모는 35%에 불과하였다. 현재 핀란드의 공공발주 방식은 설계/시공 일괄발주 방식으로 전환하고 있는 추세이다.

□ 영국

영국 고속도로청(Highways Agency)의 발주방식은 1990년대 초까지 주된 방식이었던 설계/시공 분리발주 방식에서 크게 변화하고 있다. 고속도로청은 압도적으로 많은 서비스를 제3자, 특히 계약자, 유지관리 기관, 컨설턴트 등을 통해 발주하고 있으며, 파트너십과 총 생애주기에 초점을 맞춘 장기적인 관점의 발주방식을 사용하고 있다. 영국 고속도로청에서는 기본적인 5가지 발주방식을 활용하고 있으며, 그 내용은 아래의 표 2.1.7과 같다.

표 2.1.7 영국 고속도로청의 발주방식

발주 유형	적용 공사
디자인-빌드	현재 주요 프로젝트에 활용
조기 디자인-빌드 및 조기 계약자 관여방식(ECI)	디자인-빌드의 확장형으로 최근 대부분의 프로젝트에 활용
디자인-빌드-파이넌스-오퍼레이트 (DBFO)	특정 계약에서 유료도로 방식과 연계하여 활용
프레임워크(Framework)	지역 프로젝트 및 설계 서비스 계약을 위해 도입
관리기관 계약자 (Managing Agent Contractor : MAC)	유지관리 계약

영국 고속도로청의 발주제도 변화 이유는 1990년대의 경험을 통해 가격에만 기초하여 낙찰자를 선정하는 전통적인 방식이 총 생애비용 또는 운영단계의 비용까지 고려하면 투자효율성(Value for Money)을 충분히 달성하지 못하는데 있다.

영국 고속도로청의 발주방식 중에서 가장 최근에 도입된 방식이자 가장 주목받고 있는 방식은 ECI(Early Contractor Involvement)다. ECI 발주방식의 기본 전제는 전통적인 발주방식에서 프로젝트 개발을 위한 팀을 너무 늦게 조직한다는 것이다. 심지어 디자인-빌드 방식에서도, 설계부문에 있어 최소 80% 이상의 제약조건이 있으며 따라서 시공성(Constructibility)에 대한 검토 및 혁신의 여지가 거의 없다고 판단하였다. ECI 방식에서는 설계 및 시공 전문가들을 자격심사 기반(Qualification-Based)의 입낙찰절차를 통해 프로젝트의 초기 단계에 선정한다. 그리고 이들은 고속도로청과 연계하여 명확한(Open Book) 목표가격 결정 시스템을 개발한다(한국건설산업연구원 2006).

□ 미국의 발주제도

미 연방정부에 의해 이뤄지는 입찰은 일반경쟁입찰(Sealed Bidding)과 제안형 경쟁입찰(Competitive Proposals)의 두 가지 방식으로 구분할 수 있다. 제안형 경쟁입찰은 기술 및 가격제안서를 각각 제출하는 방식으로 기술 및 가격제안서를 동시에 제출하는 방식(수의시담 또는 협상입찰)과 先 기술제안서, 後 가격제안서를 제출하는 방식(2단계 계약입찰) 등 두 가지가 있다(한국건설산업연구원, 2010).

(3) 해외 건설시장 진출 확대 위한 기술적 차별성 확보

향후 건설산업은 당면한 한계를 극복하기 위하여 기술 혁신을 지속적으로 추진할 것이며 건설기술의 혁신이 가장 기대되는 영역으로는 표 2.1.8에 나타나 있는 것 처럼 BIM 등 첨단 정보화 기술이 32%로 가장 높게 조사되었으며 다음으로 녹색건설기술(27%), 첨단시설 구축 기술(27%)순이었다(한국건설산업연구원 2011).

표 2.1.8 건설기술 혁신 동기

구분	전체	업계	연구계	경력10년 미만	경력10년 이상
신공법 및 생산 프로세스 기술	7%	8%	3%	7%	8%
녹색 건설 기술	27%	25%	30%	26%	26%
기계화, 자동화 기술	3%	1%	8%	4%	1%
첨단 시설 구축 기술	27%	31%	14%	21%	31%
작업장의 안전, 보건 등 기술	0%	0%	0%	0%	0%
첨단 자재 기술	5%	3%	14%	10%	1%
BIM, PMIS 등 첨단 정보화 기술	32%	32%	32%	32%	32%

2007년도 미국에서 조사된 건설기술의 혁신 동기에 대하여 국내 관련기관 및 전문가를 대상으로 설문조사한 결과(그림 2.1.7) 그 항목에서 다소 차이가 발생하는데 미국의 경우 원가절감(20%), 생산성 향상(20%), 품질 향상(17%) 등이 주요 혁신 동기로 나타난 반면, 국내 조사의 경우 신규시장 진입(34%)이 건설기술 혁신의 주요 목적으로 조사되었다. 특히 생산성 향상 및 품질 향상의 경우 해외와 국내의 인식의 차이가 많은 것으로 조사되었다.

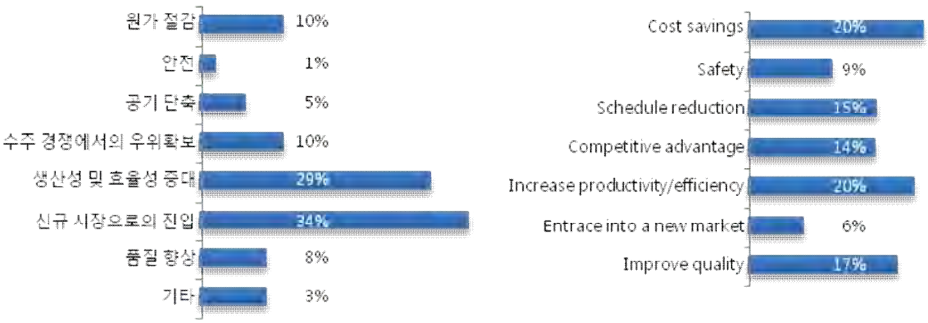


그림 2.1.7 건설 기술 혁신의 동기

1.1.3 건설업 위상 제고

국내 건설산업은 국내 건설시장의 축소와 경쟁심화, 글로벌 건설시장에서의 경쟁력 해결을 위한 건설분야의 선진화 방안을 마련할 필요가 있다. 선진국 대비 60~70% 수준의 기술경쟁력, 특히 엔지니어링 능력의 취약은 고부가가치 건설분야의 진출에 걸림돌이 되고 있다. 최근 이러한 건설 기술력의 향상을 위하여 건설정보화 부분의 첨단 IT 융합 기술력을 확보하기 위한 움직임이 있으며 정부에서도 관련계획을 수립하여 시장을 선도하고 있다. BIM을 활용한 혁신 건설기술은 건설업의 위상을 제고하고 해외 선진 건설업체와의 기술 경쟁력을 확보하여 새로운 고부가가치 시장 창출에 대한 성공 가능성을 높이는데 기여 할 것이다.

(1) 건설 및 설계엔지니어링 분야의 현황

(가) 건설분야의 국제 경쟁력

한국건설기술연구원에서는 2013년도 국내 건설산업의 글로벌 경쟁력 순위를 평가한 결과 조사대상 21개 국가 중 7위를 기록하였다(표 2.1.9). 평가대상 국가는 매년 발표되는 ENR지의 2013년 세계 250대 건설기업과 225대 설계사, Global Insight, 세계경제포럼(WEF), 국제투명성기구, 국제신용평가기관, 통계청, Global Construction Cost and Reference Book 등을 활용하여 선정하였다.

국가별 건설산업 글로벌 경쟁력 종합평가 결과 21개 국가 중 3년 연속 미국이 1위, 중국이 2위를 차지하였고, 독일·영국 등 유럽 국가들이 3~6위, 한국은 2012년과 동일한 7위를 차지하여 미국과 유럽의 강세가 지속되었다.

표 2.1.9 글로벌 건설 경쟁력지표 종합 평가결과

구분	글로벌 건설 경쟁력 종합 평가					
	2013년		2012년		2011년	
순위	국가명	점수	국가명	점수	국가명	점수
1	U.S.A.	100.0	U.S.A.	100.0	U.S.A.	100.0
2	China	77.2	China	88.0	China	91.4
3	Germany	73.5	Germany	78.0	Italy	81.1
4	France	68.1	Italy	76.5	U.K.	79.1
5	Spain	67.9	Austria	75.4	Germany	79.0
6	U.K.	67.9	Spain	74.7	France	77.9
7	S. Korea	67.8	S. Korea	73.8	Netherlands	76.2
8	Italy	67.0	France	73.6	Australia	74.8
9	Japan	65.4	U.K.	72.9	S. Korea	73.7
10	Austria	64.6	Japan	71.6	Belgium	73.5
11	Netherlands	64.4	Netherlands	70.5	Japan	73.1
12	Portugal	63.6	Sweden	66.6	Spain	71.8
13	Turkey	61.8	Denmark	63.5	Austria	71.3
14	U.A.E.	57.5	Canada	62.0	Portugal	70.5
15	Sweden	56.7	Belgium	61.2	Sweden	67.9
16	Canada	55.6	Ireland	61.0	Taiwan	67.9
17	Ireland	55.0	Turkey	60.8	Canada	66.6
18	Denmark	55.0	U.A.E.	60.6	Greece	66.3
19	India	54.8	Greece	60.6	Ireland	65.7
20	Greece	50.8	India	59.3	Turkey	65.4
21	Egypt	41.4	Portugal	55.7	India	65.2

건설분야의 국제경쟁력은 시공분야의 해외매출액과 성장률, 시공경쟁력, 가격경쟁력 등에서의 우위를 바탕으로 하며 시공분야의 꾸준한 성장에 기인한다. 그러나 설계분야의 경쟁력은 21개국 중 19위에 머물러 있고 생산성 또한 11위로 설계의 생산성 제고 등 경쟁력을 높이기 위한 기술력의 확충과 BIM 등 새로운 기술에 대한 R&D 투자 확대가 필요하다.

① 해외건설 시장 점유율(해외건설협회 2014)

해외 건설시장은 성장세가 지속되고 있으며, 국내 건설업체들은 내수시장 침체를 타개하기 위하여 해외진출을 가속화 하고 있다(그림 2.1.8). 국내 건설수주가 감소하기 시작한 2007년부터 해외건설 수주 물량이 본격적으로 증가하였으며 최근 5년간('08~'12년) 연평균 수주금액은 584.8억 달러로 이전 5년 대비 6.6배 증가하였다.

표 2.1.10과 같이 우리나라의 해외 건설 점유율은 8.1%로 세계 6위의 위상을 갖추고 있으며, 특히 중동지역에서는 1위를 고수. 세계 50대 기업에 삼성ENG, 현대건설, 대림산업 등 8개사가 포진하고 있다.

표 2.1.10 해외건설 시장 점유율 현황

순위	국가 (업체수)	점유율
1	스페인 (12개)	14.3%
2	미국 (38개)	14.0%
3	중국 (55개)	13.1%
4	독일 (4개)	8.5%
5	프랑스 (4개)	8.5%
6	한국 (15개)	8.1%
7	이탈리아 (17개)	6.1%

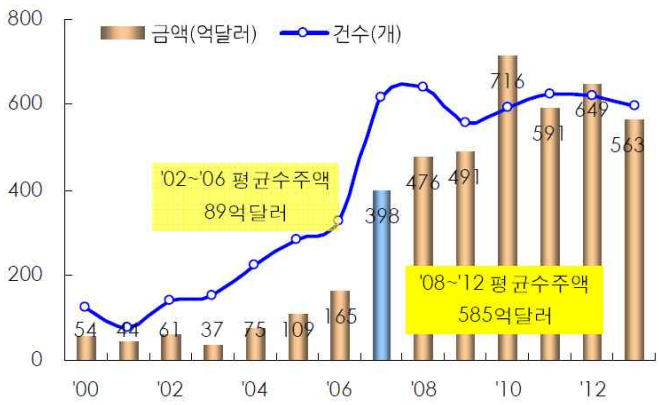


그림 2.1.8 해외 건설 수주액 추이

② 기업별 수주 분석

기업별 수주 현황을 분석해 보면 신규로 진출한 15개사(트라콤, 신한항업 등)를 비롯하여 178개사가 2014년 상반기에 수주 실적이 있으며, 이는 전년도 207개사에 비해 다소 주춤한 편이다. 한편, 상위 10개사의 수주가 재작년 90.9%, 작년 87.4%, 올해 상반기는 88.6%를 차지하여 해외건설수주가 여전히 대형건설사 위주로 집중되는 현상을 보였다. 그 중 상위 5개사인 현대건설, GS건설, SK건설, 삼성엔지니어링, 현대엔지니어링이 전체 수주액의 61.6%를 차지, 작년의 72%에 비해 최상위권 기업에 대한 편중은 다소 완화되는 추이를 나타내고 있다(표 2.1.11).

표 2.1.11 최근 3년간 기업별 수주 추이

(단위: 백만불)

순	2012 상반기		2013 상반기		2014 상반기	
	기업명	수주실적	기업명	수주실적	기업명	수주실적
1	한화건설	7,748	삼성물산	9,617	현대건설	5,997
2	현대건설	5,251	현대건설	4,664	GS건설	5,029
3	삼성ENG	4,356	GS건설	3,228	SK건설	4,234
4	GS건설	3,072	SK건설	2,989	삼성ENG	4,163
5	포스코건설	2,024	삼성ENG	1,740	현대ENG	3,674
6	현대ENG	1,867	대림산업	1,440	대우건설	3,212
7	대림산업	1,615	현대ENG	1,203	삼성물산	2,472
8	삼성물산	1,414	포스코건설	791	대림산업	1,798
9	대우건설	1,063	두산중공업	715	두산중공업	1,498
10	두산중공업	761	대우건설	625	현대중공업	1,148
기 타	172개사	2,910	197개사	3,867	168개사	4,289
총 계	182	32,081	207	30,879	178	37,514

중소기업의 경우, 2014년 상반기 수주실적은 174건, 1.9억 달러로 전년 동기(170건, 4.7억 달러)에 비해 금액 기준 다소 주춤하고 있다. 중소기업의 주요 진출지역은 아시아와 중동 지역으로 각각 101백만불(53%), 41백만불(21%)을 수주했으며, 아프리카에서는 35백만불(18%)을 수주하여 지역 다변화를 시도하고 있다(그림 2.1.9). 그러나 전체 중소기업 수주실적 중 하도급형태로 진출하는 비중이 85.8%로 높은 편이라 여전히 우리업계의 숙제로 남아있다.



그림 2.1.9 최근 3년간 상반기 중소기업수주추이

(나) 설계엔지니어링 분야의 국제 경쟁력

① 시장 점유율

2013년 200대 해외 설계·엔지니어링 업체 리스트에 한국 업체는 총 11개사가 포함되어 있다. 2000년대 중반까지는 대형 건설업체 혹은 대형 건설업체 계열의 엔지니어링 업체와 공기업이 주로 진출하였으나, 건축설계 업체가 처음으로 해외에 진출한 2007년 이후에는 건축설계 및 토목 엔지니어링 업체가 활발히 해외에 진출하고 있다(표 2.1.12).

표 2.1.12 200대 해외 설계.엔지니어링업체 중 한국업체 현황

(단위 : 백만 달러)

2003년			2008년			2013년		
순위	업체	매출	순위	업체	매출	순위	업체	매출
79	현대 Eng.	30.4	68	현대 Eng.	118.3	33	현대 Eng.	615.3
170	대우 Eng.	4.0	133	희림종합건축	31.3	73	한국전력기술	157.1
			160	포스코 E&C	23.1	119	삼우종합건축	55.1
			176	대우 Eng.	18.8	149	희림종합건축	34.7
			186	한국전력기술	16.9	157	포스코 Eng	32.1
						165	도화 Eng.	27.3
						178	건화 Eng.	20.4
						183	유신 Eng.	19.3
						186	삼안	18.7
						195	포스코 E&C	14.5
						199	정림건축	13.5
						202	한국종합기술	12.8
합계	2개 업체	34.4	합계	5개 업체	208.4	합계	12개 업체	1,020.8

② 기술 수준

해외 건설시장에서 차지하는 우리 건설업체의 매출액과 시장점유율, 시공기술력 등과 비교하여 설계・엔지니어링 기술력은 상대적으로 더 낙후되어 있다. 해외 건설시장은 설계・엔지니어링・건설사업관리 등 소프트한 부문의 글로벌 기술경쟁력이 뛰어난 미국・호주・영국 등 선진국 건설업체가 주도하고 있으며 국내 설계・엔지니어링 기술력은 선진국의 60~70% 수준에 불과하다(표 2.1.13). 실제 국내에서 발주된 인천공항~고속철도 등과 같은 대형 건설사업의 타당성 분석, 기본설계 및 시스템 엔지니어링 등 고부가가치 업무를 국내업체가 아닌 외국업체가 수행하기도 하였다. 최근 국내 SOC 시장의 침체로 인해 설계・엔지니어링 분야의 해외진출이 증가하고 있으나 개발도상국 위주의 낮은 수익구조의 사업에 진출하는 수준에 그치고 있다. 설계・엔지니어링 분야의 중요도를 고려할 경우 해외 진출 활성화를 위한 정부 지원이 절실한 상황이다. 설계・엔지니어링・CM 등 소프트 기술력의 강화와 더불어 건설사업관리 등 유망 시장 분야에서의 경쟁력을 획기적인 수준으로 향상시키지 않는다면 글로벌 경쟁력은 기대할 수 없다.

표 2.1.13 건설사업 단계별 기술수준 추이(선진국=100)(연세대학교와 해외건설협회 2009)

구 분	1987년	1993년		1998년		2004년		2007년	
		수준	증감	수준	증감	수준	증감	수준	증감
기획 및 타당성	60	60	-	63	+3	70	+7	75	+5
설계	63	63	-	66	+3	72	+6	77	+5
시공	71	71	-	73	+2	76	+3	81	+5
유지관리	60	63	+3	66	+3	70	+4	75	+5
종합기술수준	64	65	+1	67	+2	71	+4	77	+6

(2) 건설업의 위상 제고

(가) 저부가가치의 설계・엔지니어링 역량 개선의 필요성

설계·엔지니어링에 투자되는 비용은 전체 건설투자의 2~5%에 불과하지만, 건설사업비 절감과 공기단축 및 품질·안전 향상에 결정적인 역할을 수행한다. 하지만 우리나라에서는 중요성에 대한 인식 부족과 법·제도의 후진성으로 인하여 외국에서는 고부가가치 산업으로 평가되는 설계·엔지니어링 산업이 저부가가치 산업으로 평가되고 있으며, 이 역시 표 2.1.14와 같이 글로벌 스탠다드와 관련된 기준 및 법·제도와 규제가 지배하고 있다(건설산업선진화위원회 2009).

표 2.1.14 국내 설계.엔지니어링 업무와 글로벌 스탠다드 비교

구분	국내	글로벌 스탠다드
프로젝트 발굴 (발주단계)	·재정발주 사업위주, 민간투자사업은 초기단계, 설계와 시공 단절 ·입찰참가자격심사(PQ) 및 기술제안심사(TP) 시행	·재정발주사업, Design/Build, 민간투자사업, 개발사업 등 다양한 구조에 설계와 시공 연계 ·기술력과 품질 위주의 입찰자 평가 및 협상에 의한 방식 등 정성적 판단 가능
Nego/ 계약단계	·단순 설계 위주의 엔지니어링 구도 (기술분야 외 파이낸싱 등 종합적인 엔지니어링 역량 부족) ·한국적 문화, 언어, 제도 강조 ·공사비 비율방식 등 불합리하고 낮은 대가 지급(저부가가치)	·설계·엔지니어링의 종합화(기술분야+파이낸싱+법률전문가 등 전체 종합) ·글로벌 문화, 영어권, 투명한 제도강조 ·기술력과 투입물량에 따른 실비정액가산방식 등 높은 대가 지급(고부가가치)
설계진행/ 성과정리 단계 (A/S포함)	·공사발주물량, 총공사비를 위한 확정 실시설계(과도한 도면 작성, 현장변경 설계과다) ·설계원칙과 상식 부재(기본설계 시 확정한 노선을 실시설계 시 변경, 발주처 책임자 변경 시 방침사항 변경 등) ·디자인의 중요성에 대한 관심 및 투자 미흡	·설계단계와 시공단계를 구분한 설계(발주 시 기본설계로 최소한의 도면 작성, 현장 특성을 감안한 현장실시설계) ·설계 원칙과 상식 존중(수주자 및 발주자의 각종 업무매뉴얼을 중심으로 업무를 실시하여 사업변경 등 최소화) ·DQI 및 설계리뷰 등 건설 전단계에 디자인 반영 일반화

국내 엔지니어링 산업의 문제점은 원천기술 및 전문인력 부족, 산업의 영세성 및 대표기업의 부재, 저수익·고리스크 사업의 구조, 범정부의 종합적 지원체계 부재, 글로벌 성장을 저해하는 규제·관행의 상존에 있다(국가경쟁력강화위원회 2010).

또한, 미국, 유럽 등 선진 업체들은 그림 2.1.10과 같이 고부가가치 영역(Project Management Consultancy, Front-End Engineering and Design, 기본설계 등) 기술분야를 독점함으로써 후발업체들의 시장진입을 견제하고 있어 미래 시장 지배력 강화를 위한 전략적인 기술개발 로드맵과 이를 기초로한 핵심·원천기술의 확보, 전문 인력의 확충이 시급한 실정이다.

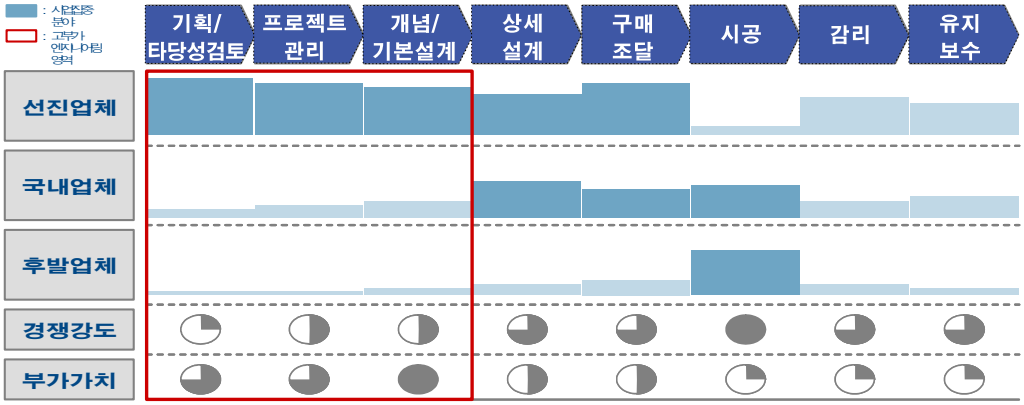


그림 2.1.10 국내.외 업체의 주요 사업 영역

나) 건설산업의 고부가가치 산업화

□ 국내 건설산업의 낮은 수익율

2003년 약 37억 달러 수준의 국내 건설기업의 해외 건설사업 수주액은 2008년 476억 달러 규모로 증가하였고 2014년 상반기 수주액은 375억 달러에 이르러 금년도에는 700억불로 예상되고 있다. 그러나 이러한 성장세에도 불구하고 해외 건설사업의 평균 세전 수익률은 5% 수준에 그쳐 전체 수주규모에 비해 실질적인 이득은 매우 적은 것으로 평가된다. 이러한 수익률 수준은 철강(11.9%), 일반기계(10.5%), 조선(9.7%), 반도체(8.7%) 등에 비하여 크게 떨어지는 수준이며 (2007년 기준), 해외 선진건설기업들의 수익률에 비해 낮은 수준이다.

수익률뿐만 아니라 외화가득률 측면에서도 해외건설사업의 성과는 매우 낮은 수준으로 나타나는데 주요 산업별 2006년 외화가득률을 살펴보면 1차 산업이 77%로 가장 높은 수준을 보이고 그 뒤를 경공업(63%), 중화학공업(52%) 등인 반면 해외건설사업은 33%에 그쳐 해외수주액의 증가에도 불구하고 해외건설사업의 국내 경제에 미치는 이득은 매우 낮은 수준임을 알 수 있다. 또한 엔지니어링분야의 경우 국내 기술수준은 60~70% 수준에 불과하여 타당성분석·기본설계 및 시스템 엔지니어링 등 고부가가치분야는 외국기업이 차지하고 있는 실정이다.

이는 시공 중심의 해외건설 진출정책으로 건설엔지니어링분야의 중요성에도 불구하고 실제 지원책이 미흡하기 때문이다. 해외건설의 수익성 및 부가가치 창출의 관건은 설계와 시공이 일괄 발주되는 사업에 참여하여 부가가치를 창출하

는 것이다. 그러나, 국내 설계·엔지니어링업체는 글로벌 스탠다드와의 거리감은 물론, 시공과 설계가 분리된 생산 활동 등으로 경쟁력 확보에 어려움을 겪고 있다.

정부는 2010년 4월 엔지니어링 산업 발전방안을 수립하여 원천기술 및 전문인력 부족, 산업의 영세성 및 스타기업 부재, 저 수익·고 리스크 사업구조, 범정부 종합적 지원체계 부재, 글로벌 성장을 저해하는 규제·관행 상존 등 5대 문제점을 해결하고 2020년 엔지니어링 5대 강국 진입을 목표로 한 세부 추진전략을 발표하였다(표 2.1.15).

표 2.1.15 2020년 엔지니어링 5대 강국 진입을 위한 추진전략 및 대책

추진 전략	추진 대책
Ⅰ. 핵심영역 역량강화	· 핵심·원천기술 자립화 · 경험 축적 및 Track Record 확보
Ⅱ. 인력양성 기반강화	· 엔지니어링 전문대학원 설립 · 글로벌 전문인력 및 현장 맞춤 인력 양성
Ⅲ. 수출지원 기반확충	· 해외시장 진출 지원체계 강화
Ⅳ. 성장 인프라 조성	· 산업의 저변 확충 · 기업 친화적 시장 환경 구축

□ 건설산업과 소프트웨어

건설산업에서의 소프트웨어와의 융합이 급진전을 이루고 있는데 이는 건설 공정상 공기단축, 부가가치 창출 등을 통해 수익성을 강화하는 차원에서 이뤄지고 있으며 건축, 플랜트를 중심으로 시작되었으나 최근에는 전 공종으로 확산되고 있는 추세이다.

건설산업에서 소프트웨어는 첨단 건설 공정 관리기술, 공정과 관련된 최적 물류관리, 에너지 절감 및 효율적 이용 기술 등 광범위한 분야에 적용되고 있으며 소프트웨어와 건설의 융합은 건설 프로젝트 과정 중 모든 참여자의 원활한 의사소통을 촉진시키고 그 과정에서 생산된 데이터를 축적, 유사한 사업에서 원가절감과 생산성 제고에 기여한다.

건설사업 전 과정을 정보화하여 활용하는 BIM은 공사기간 및 비용을 절감하고 원활한 협업을 통한 효율적인 사업관리를 가능케 하며 건설사업 전 과정에서 생성된 모든 정보가 데이터베이스로 저장돼 업무 효율성을 개선할 수 있다.

BIM은 초기에 건축, 플랜트 분야에 적용되었으나 2010년 이후 토목분야에서도 BIM이 도입되는 추세이며 건축분야의 경우 2012년부터 정부가 발주하는 500억 원 이상의 턴키·설계공모 심사에 BIM 적용을 의무화 하면서 대형 건설사의 핵심 기술로 부각되고 있다.

해외의 경우 BIM 기반의 시공을 의무화 하는 추세이며 글로벌 주요 건설사는 BIM 관련 기술 확보를 위하여 소프트웨어 업체들과의 제휴를 강화하고 있다. 예를 들어 프랑스의 Bouygues는 미국의 Autodesk사와 가상 건설 파트너십 협정을 체결하였으며, 동사는 BIM을 통해 시뮬레이션 및 건설, 운영, 혁신 등 Design Lifecycle을 관리할 계획이고 일본의 5대 건설사인 오바야시건설은 Graphisoft, NEC와 제휴를 맺고 BIM 플랫폼 공동개발 등 최상의 BIM workflow 구축을 추진하고 있다.

건설과 소프트웨어의 융합은 피할 수 없는 세계적인 트랜드이며 미래의 경쟁력 확보를 위한 필수 사항으로 적극적인 준비가 필요한 실정이다. 현재 선진국 대비 60~70% 수준의 국내 건설 기술력을 강화하고 부진에 빠진 국내 건설시장을 활성화하기 위해서는 소프트웨어 역량 강화가 필수적인 대안이다. 이러한 건설산업과 소프트웨어의 융합은 신기술, 신비지니스 모델의 발굴을 통해 성장 정체를 경험하고 있는 건설분야의 새로운 도약을 가능하게하며 이를 위한 다양한 노력이 필요하다.

(다) 건설-IT 융합 기술개발의 파급효과

건설-IT 융합은 노동집약적 건설산업에 첨단 IT를 접목하여 토목건설 프로세스의 혁신 및 시설물의 친환경성과 내구성, 안전성 등을 높여 건설 생산성 향상은 물론이고 첨단 기술화함으로써 국내 건설과 건설 IT산업의 경쟁력을 강화하는 것이며, 대표적인 하드웨어 산업인 건설 산업과 소프트웨어 산업인 IT산업을 융합함으로써 새로운 산업을 창조할 수 있는 분야이다. 그 한가운데 BIM이 있다 해도 과언이 아니다.

(1) 기술적 파급효과

IT 산업은 우리나라의 국가경쟁력 제고를 위한 전략 산업으로, IT 기술의 건

설분야 융합을 통해 새로운 고부가가치 시장 창출에 대한 성공 가능성이 매우 높다. 세계 수준의 건설시공 기술과 BIM 기반의 IT 기술의 접목은 전통적인 건설분야에서 새로운 패러다임의 전환이며 이를 통해 건설 기획, 설계・엔지니어링 등의 고부가가치 분야에서 기술력 확보와 해외 건설시장에서의 경쟁력확보로 선진국과의 기술 격차를 해소할 수 있다.

(2) 경제적 파급효과

고(高)부가가치 건설시장 창출을 통한 고용 확대 및 고 기능성 건설 부품· 신소재 산업 활성화와 건설 공정 관리분야의 IT 기술을 적용하여 비용절감을 통한 건설 원가 관리의 효율성과 합리성을 확보할 수 있다. 또한 건설분야 외에 IT분야와의 접목은 국내 건설시장에 새로운 일거리 창출로 이어질 수 있으며 해외 시장에서의 기술력 선도를 통한 경쟁력 확보는 수출 증대에 기여할 것이다.

1.2 기술적 필요성

1.2.1 설계기술의 선진화 필요성

(1) 지형공간정보의 통합

도로의 건설은 대상 사업지의 다양한 공간정보를 바탕으로 계획・설계・시공의 과정을 거친다. 따라서 도로의 설계에 있어 지형공간정보의 활용은 매우 중요하며 수치지도와 같은 디지털화된 지형정보는 필수적이다. 지형공간정보는 지형도, 지적도, 토지특성도, 수문지질도, 도로망도, 도시계획도, 토지피복분류도 등 매우 다양한 정보가 존재하고 있다. 이러한 지형공간정보의 생성과 관리는 관계법령에서 규정한 기관에서 수행하고 있으며 2009년에는 『국가공간정보에 관한법률』에 따라 중앙행정기관, 지방자치단체, 공공기관 등에서 구축한 국가공간정보체계를 통합 또는 연계하여 국토교통부장관이 구축 운영하는 공간정보체계로 통합하였다.

그러나 설계단계에서 이러한 공간정보와의 연계는 매우 제한적인데 이는 대부분의 디지털 정보의 공간 위치정보가 없는 이미지 자료로서 설계 활용 시 별도의 수작업이 필요한 실정이다. 또한 지하매설물과 같은 주요 국가 기반시설의 경우 보안상의 문제로 인하여 자료 입수가 불가하다. 또한 현재까지도 지형공간의 통합체계는 매우 제한적인 수준의 자료만 구축되어 있어 전국적인 자료구축이 절실하다.

BIM설계는 건설 프로젝트의 기획단계에서 시공 및 유지관리에 이르는 건설 전 단계에 걸쳐 정보모델을 공유하고 협업을 지원하는 것으로, 이러한 공간정보의 공유는 필수적이다. 따라서 BIM설계 지원을 위해 현재 통합관리되고 있는 정보의 보완과 설계 활용성을 높이기 위한 위치정보의 확보 등이 선결되어야 한다.

(2) 설계기간 최적화

도로설계사업은 경제적, 정책적인 측면에서 사업의 필요성을 사전 검토하여, 구체적인 설계기준과 시설규모를 검토하는 예비타당성 조사단계와 노선대 선정

및 경제성 검토를 시행하는 타당성 조사단계, 그리고 전 단계에 제시된 도로의 기능과 설계기준 및 경제성 지표를 재검증하고 제안된 노선대에서 최적 노선을 결정한 후, 교차로와 출입시설, 주요 구조물의 위치와 형식에 대한 일반적인 조사와 대안을 비교·분석하여 최적안을 도출하는 기본설계단계, 이를 다시 상세검토하여 도출된 선형을 기준으로 상세설계를 수행하는 실시설계단계 과정을 거친다(그림 2.1.11).

최근의 도로건설은 지자체 및 지역 주민, 시민단체 등과의 이해관계로 인하여 최적 노선선정에 많은 시간을 필요로 하며 충분한 이해와 협의가 이뤄지지 않을 경우 상세설계단계에까지 영향을 미쳐 최종 노선 또는 관련 시설이 변경되기도 한다. 또한 선형 또는 시설, 공법 등에 대한 방침 지연으로 인하여 최종 공사비를 산출하는 실시설계단계의 기간부족으로 인하여 많은 문제점이 발생하기도 한다. 이러한 문제는 2D 기반의 현 도로 설계방식에서 그 원인을 찾을 수 있는데 노선 선정과정에서 잦은 변경은 각종 정보의 입력과정과 계획과정, 평가과정의 반복과 기존의 생성 정보의 활용 제한, 각종 평가 파라메타들에 대한 정성적 평가로 인한 결정과정의 지연 등에서 찾을 수 있다. 또한 설계VE, 사전재해영향성평가, 설계 자문 등 실시설계단계에서의 각종 업무가 설계프로세스 마지막 단계에 이뤄져 중대한 설계변경이 있을 경우 변경에 어려움이 있을 수 있다.

BIM을 활용한 설계기법의 도입은 건설 프로젝트 정보의 통합, 협업, 동시공학, 자동화 등과 연계됨에 따라 설계단계에서 잦은 설계변경을 최소화 할 수 있고 변경에 필요한 시간을 줄여줄 수 있다. 또한 다양한 대안의 검토를 통하여 시공 가능성을 확보하고 물량 산정의 적합성을 검증하여 최적의 설계 성과품을 생산할 수 있다.

도로는 노선 계획단계에서 많은 정보를 기반으로 다양한 영향인자들에 대한 검토를 요구한다. BIM은 다양한 정보의 구축, 신속한 대안의 검토, 정확한 물량 및 내역의 생산 등이 가능하므로 사업 초기단계인 계획단계 또는 기본계획 단계에서부터 도입하는 것이 효과적이며 더불어 이해관계자와의 협업을 통해 사업의 성공 가능성을 보다 더 높일 수 있다.

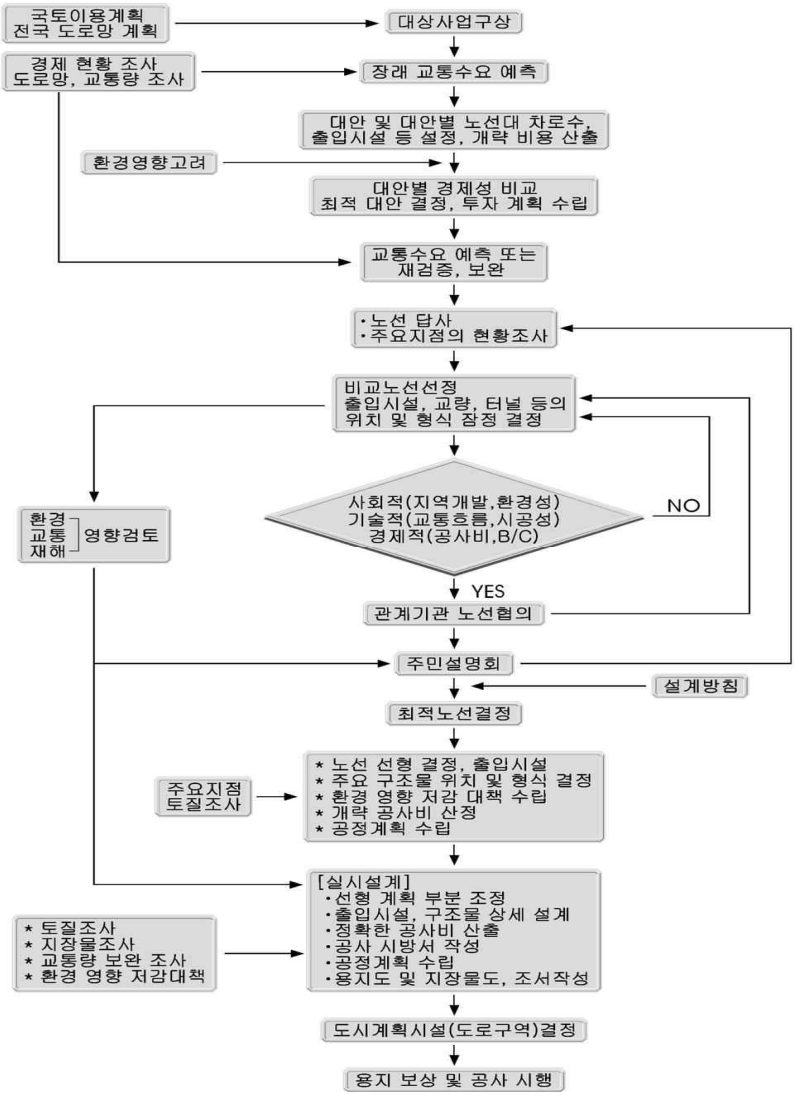


그림 2.1.11 기본 및 실시설계 프로세스

(3) 3D 기반 설계기술 개발 필요성

(가) 설계 간섭 최소화

현재의 도로 설계는 2D CAD 기반의 설계를 수행하고 각종 구조검토 및 관련 도면의 생성은 개별 프로그램을 활용하고 있다. 그리고 도로설계프로그램은 선형계산 프로그램, 구조계산 프로그램, 수리수문분석 및 포장구조계산 프로그램, 적산 프로그램 등 개별 공정 단위로 개발되어 프로그램간 호환 및 대상 시설의 연계가 어렵다.

2D 기반의 설계는 평면도와 종단면도, 횡단면도, 상세도 등 도면의 유형에 맞춰 도식화 되고 단위 수량화하여 사용하는데 이러한 설계방법은 부재간의 간섭이나 누락 여부를 확인하는데 어려움이 있고 또한 시공단계에서 가독성이 떨어진다. 도로 건설현장의 복잡한 여건과 경관 및 미관 측면에서의 복잡한 구조물의 형상 구현은 이해부족으로 인해 잘못된 도면을 작성하게 되는 경우가 빈번하게 발생한다. 또한 각종 부재간의 간섭 및 오차 등에 대한 검수에 어려움이 있는 것도 사실이다.

따라서 BIM 모델을 활용한 설계기법의 도입은 3차원 시각화를 통하여 부재의 복잡한 형상을 이해하고 각종 부재간의 간섭 체크와 정확한 수량산출을 지원하여 도로 건설의 성공적 수행을 가능케 할 것이다.

(나) 물량산출의 정확도 향상

① 물량 산출의 한계

도로의 2D기반의 물량산출은 각 공종별 시설별 전용 프로그램에 의하여 1차로 산출된 물량을 엑셀과 같은 프로그램을 이용하여 대부분의 수치를 수작업으로 입력한 후 산출, 집계하는 방식을 적용하고 있다. 이러한 엑셀상의 물량 산출은 단위수량 변경 또는 항목 변경 시 오작업의 가능성이 있으며 수치 입력 시에도 종종 오류가 발생할 가능성이 있다. 또한 공종별 수량산출기준에 의한 소수점 자리수 생략 등에 대한 오류도 빈번히 발생한다.

도로의 토공량 산출은 현재 20m 간격으로 생성한 횡단면도상의 물량을 양단면평균법을 통하여 산출하며 토공과 관련한, 교대, 교각, 갱구부 등 흙깎기 및 쌓기 물량의 산정은 5m 간격으로 생성한 횡단면도상의 물량을 양단면평균법을 통하여 산출한다. 이 경우 20m 전후의 횡단 지반은 동일한 지형특성을 갖지 않는 비정형의 단면형상을 가지며 이러한 비정형의 단면에서 발생할 수 있는 토공량의 오차는 분명 존재한다.

토공량 산출 시 사용되는 토적도는 종방향 토공량의 이동만을 반영하고 횡방향 토량의 이동은 고려하고 있지 않다. 휴게소나 본선 영업소와 같이 횡방향의 대단위의 토공 작업을 시행하는 구간의 경우 이러한 횡방향 토량의 이동을 고

려치 않을 경우 실제 운반수량에서의 오차 또한 크다.

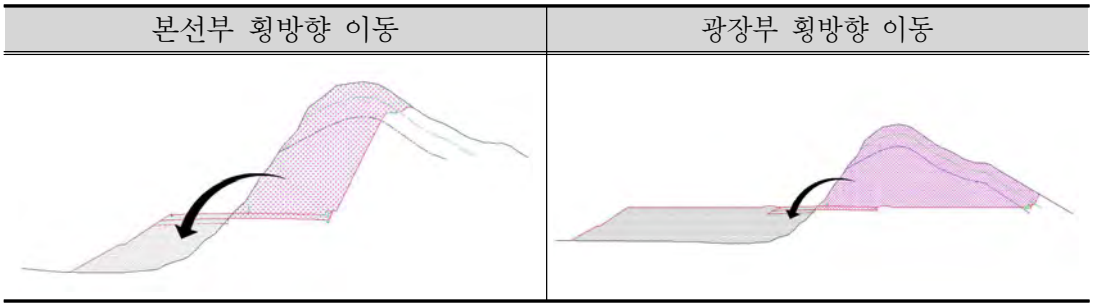


그림 2.1.12 본선 유형별 횡방향 이동 개념도

한국도로공사 설계처 계산 결과 실제 이러한 종방향 20m 간격의 물량산출 방법을 단지에서 사용하고 있는 격자형 물량산출 방법에 적용 시 종래 방법에서 운반수량으로 집계되지 않는 무대 운반량에서 많은 차이를 확인할 수 있다(그림 2.1.12). 격자형 물량산출은 산출 지점을 정방형의 격자로 구분하여 개별적으로 격자의 지반고와 계획고의 차이로 물량을 산출한 후 개별 격자를 합산하여 산출하는 방식으로, 특정 휴게소를 대상으로 산출된 토공 운반량 차이의 개념은 그림 2.1.13과 같다.

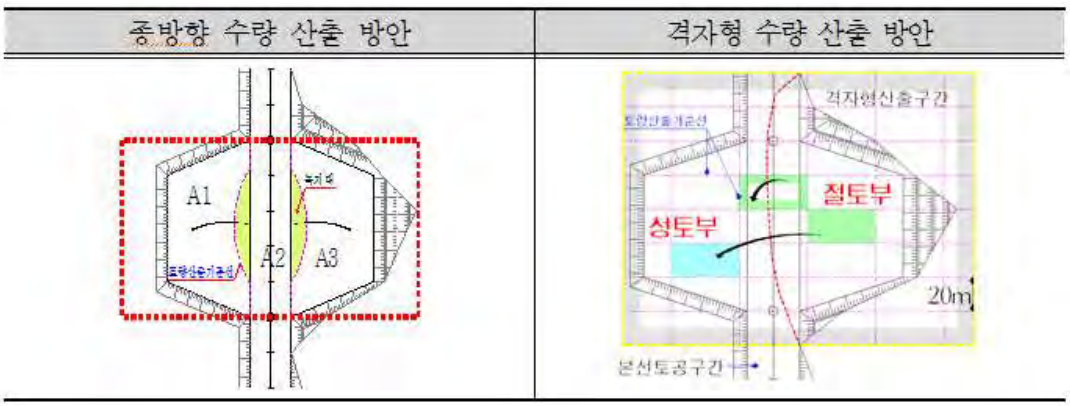


그림 2.1.13 물량산출 개요도

종방향 수량산출 시 불도저버켓에 의하여 이동되는 수량인 무대량은 138,072㎥으로 격자형 방식의 무대량 30,285㎥에 비하여 107,787㎥이 감소하는 것으로 분석되었으며 전체 물량에서도 516㎥의 오차가 발생하는 것으로 분석되었다. 이를 비용으로 산정 시 약 1억7천여만원의 운반비 오차가 발생한다(표 2.1.16).

표 2.1.16 운반량 비교

운반	종방향 수량산출	격자형 수량산출	비고
계	377,774㎥	377,258㎥	감 516㎥
무대	138,072㎥	30,285㎥	감 107,787㎥
도자	42,869㎥	57,039㎥	증 14,170㎥
덤프	196,833㎥	289,934㎥	증 93,101㎥

BIM기반의 터널물량산출의 오차 분석 시 숏크리트량은 기존 물량산출 방법 대비 -0.108%~29.53%, 라이닝콘크리트는 평균 -0.327%, 터널 갱구부 토공종은 0.952%~4.525%으로 분석하였다(신재철 외 2011).

② 부재간 간섭

2D 기반의 도로설계는 배수구조물, 교량 및 터널구조물, 부대시설 등 각종 시설물의 조합에 의하여 구성되며 각각의 시설은 설치 위치와 형태에 따라 상호 영향을 받으며 간섭의 우려도 존재한다. 단일 구조물의 경우에도 2D 기반의 철근배근 작업은 해당 시설의 단면 모델링에 따라 간섭 가능성이 있다. 배수공의 경우에도 횡배수구조물과 도수로, 집수정과 같은 연속된 시설물의 접합부 위치, 형태에 따라 표준단면에 의하여 산출되는 물량과 실제 현장에서의 필요 물량은 존재한다. 이는 2D 기반 설계의 한계로 3D 모델링을 통한 도면작성 및 작업은 부재간의 간섭 검토를 가능케하여 시공 가능성을 사전에 확인할 수 있다(그림 2.1.14).

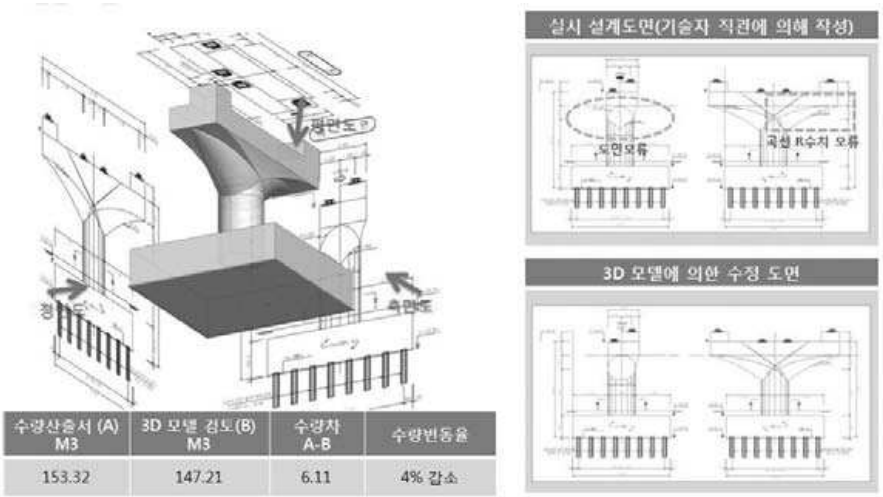


그림 2.1.14 3차원 설계로 2차원 도면 오류 점검

1.2.2 시공기술의 고도화

(1) 원가관리

건설사업에 있어 원가관리는 수주경쟁에서의 우위 및 채산성 확보 측면에서 다른 부문의 관리보다 한층 더 중요시되고 있다. 또한, 건설관리를 위한 정보통합의 관점에서도 원가관리는 공헌도가 가장 높은 건설업무 기능의 하나이다.

건설업의 공사원가는 매출액의 대부분을 형성하고 있다. 따라서 건설업의 원가관리는 어떻게 능률적으로 관리되느냐에 따라 기업이익이 달라질 수 있다. 효과적인 원가관리를 위해서는 과거 실적의 수집과 보고가 아닌, 해당 프로젝트에 대한 원가 목표설정, 목표달성을 위한 원가계획, 그리고 완료시점까지의 원가예측을 통하여 필요한 개선계획과 조치를 취하는 관리활동이 있어야 한다. 정확하고 현실적인 원가계획의 수립, 집행과 원가의 지속적인 비교・검토, 적절한 시기에 정확한 원가산정 등이 필요하다고 지적한다.

그러나 대다수 건설업체들이 체계적이고 효율적인 원가관리를 하지 못하고 있는 실정이다 또한 원가계산상의 구조적 측면, 견적원가 및 실행예산 원가계산 등에서 많은 문제점이 도출되고 있으며, 관리 목적의 원가계산시스템 구축이 거의 이루어지지 않고 있다.

(2) 공정관리

국내 건설사업에서 공정관리는 공기단축과 공사비 절감을 위한 유용한 정보제공이 가능해야 한다. 그러나 국내 공정이행관리는 전산체계 적용상 어려움과 내역・공정 연계가 가능한 공사정보분류체계 및 전산체계 부재 등의 요인들이 복합적으로 어우러져 공사과정에서 발생하는 정보의 효율적인 관리에 어려움이 있다. 또한 지급자재, 보상지연, 설계관련, 다른 계약 상대자, 현장 조건 변경 등에 의한 공기 지연은 원활한 공사 진행을 위한 공정관리에 위험요인이 된다.

BIM 도입 시 현장여건 변경과 설계로 인한 공기지연과 관련된 분쟁은 해결가능하고 특히 각 공종별 공사진행을 실시간으로 관리 할 수 있어 지급자재의 적정 수급계획을 실현하여 성공적으로 공정을 관리 할 수 있게 된다.

(3) 품질관리

도로 시공단계에서 품질의 측정기준은 설계요건에 정확하게 일치하는지 여부에 따른다. 건설공사의 품질은 설계자로부터 주어진 시공여건과 기자재 공급자가 공급한 기자재를 도면과 시방서에 따라 설치하고 시공함으로써 확보될 수 있다. 시공품질에 영향을 주는 요소는 설계나 기자재의 품질 외에 시공재료의 품질, 시공과정에서 발생하는 시공 오차와 설계도서와의 불일치, 시공 전후의 검사와 검측의 품질로 구분할 수 있다.

현재 시공품질 미확보로 인한 부실시공은 저가입찰에 따른 품질관리의 저하, 설계부실, 품질관리의 시스템화 부재, 품질확보를 위한 예산지원 미비 등의 문제와 잦은 설계변경과 시공 시 장비와 인력에 의한 오류, 시공 중·시공 후 오차에 대한 처리 등에서 발생할 수 있다. 따라서 설계단계에서의 오류발생 제로화와 현장에서의 능동적 품질관리를 통한 시공품질 향상방안 마련이 필요하다.

(4) 안전관리

건설공사의 안전관리는 제조업과 달리 동적인 관리가 요구되며 작업 자체의 위험성이 크기 때문에 안전사고가 발생할 확률이 높다는 특징이 있다. 또한 건설공사의 안전을 확보하기 위하여는 프로젝트의 설계, 시공, 유지관리의 생애주기에 걸쳐 발주자, 설계자, 시공자, 감리자, 하도급업자 등의 다양한 공사 참여자간의 상호협력이 필요하다. 그러나 현재 수립·시행되고 있는 건설공사의 안전대책은 대부분 시공단계에 국한되어 있다. 또한 건설구조물의 안전을 확보하기 위해서는 최소한의 적정 공사비가 확보되어야 하는데 설계단계에서의 안전관련 시설의 적용은 매우 제한적일 수 밖에 없다.

따라서 설계단계에서부터 시공의 가능성과 위험요인을 분석하고 이를 설계에 실현하기 위한 방안이 필요하고 또한 공사 이해관계자와의 설계단계에서의 협업을 통한 고품질의 설계가 실현될 수 있도록 제도적 정비도 필요하다.

1.2.3 도로 설계 프로그램 분석

국내에서 사용되고 있는 도로설계지원 프로그램은 대부분의 물량 산출을 지원하고 있으나 완전한 물량산출은 어렵다. 교량의 경우 교대, 상부, 하부로 구분된 객체에 대한 운영 프로그램이 다르며 프로그램 상호간 연계가 되어 있지 않아 개별적으로 산출된 물량을 집계하여야 한다. 도로의 경우에도 토공, 배수공, 포장공 등 각 공종별로 서로다른 프로그램을 사용하며 교량과 마찬가지로 프로그램간 상호 연계는 이뤄지지 않고 있다.

① 토공

도로 설계프로그램인 RD2000, Road Projector는 선형설계를 기반으로 토공설계 및 배수공 중 측구의 설계를 지원한다. 횡단면도상의 수량산출 항목별 물량을 자동으로 추출 후 집계하며 토공량과 운반량을 산출한다. 운반량은 1차 집계된 지점별 토량을 기준으로 현장여건을 고려한 2차 운반계획을 별도의 수작업으로 수립하여야 하며 집계된 토공량의 경우도 타 공종에서 발생하는 토공량의 추가 집계 등이 필요하다. 현재의 프로그램은 단면별 발생 토량을 1차로 집계하는 수준이며 교대, 갱구부, 배수구조물과 같은 시설물 설치에 따른 공제토량의 산출에도 제약이 많다. 각 프로그램의 개요 및 특징은 표 2.1.17과 같다.

② 배수공

도로 배수시설 설계를 위한 대표적인 프로그램은 한길IT사의 Roadtac과 ZIN이다. 본 프로그램은 배수계획, 수리계산, 구조계산, 수량산출 및 설계도면 생성까지 지원한다. ZIN의 경우 SAP2000과 연계하여 암거 구조해석과 최신 설계기준을 적용한 철근량 산정까지 지원한다.

표 2.1.17 토공설계 프로그램

프로그램	개 요
RD2000	도로설계프로그램 · AutoCAD 기반의 선형설계 및 토공량 산출 기능 · 자동 종횡단 입력, 개략공사비 산출, 납품 필요 모든 성과품 출력, 설계변경 또는 비교안 작성 기능, 효율적인 계산서 출력
ei-Road	친환경 지능형 도로설계프로그램 · 타당성 및 기본설계단계에서 선형 계획 시 주요 결정요소를 기준으로 최적의 도로선형을 자동으로 추출해주는 프로그램 · RD2000과 호환하여 선형설계, 횡단설계, 물량산출 및 개략 공사비 산출, 도면생성 기능
Road Projector 3D NT 2014	도로설계, 철도설계 소프트웨어 · 도로 및 철도의 선형설계 및 토공량 산출 기능 · 수치지도에서 종.횡단 지반 추출 시 삼각망 방식과 더불어 등고선 방식으로 추출하는 기능 · 용지도 및 용지조서 생성 기능
Road Projector	도로설계프로그램 · 독립적인 캐드엔진을 갖춘 설계 프로그램 · 자동 종횡단 입력, 개략공사비 산출, 납품 필요 모든 성과품 출력, 오토캐드와의 완벽한 호환, 설계변경 또는 비교안 작성 기능, 효율적인 계산서 출력

③ 포장공

도로의 포장구조는 종래까지 엑셀을 이용한 구조계산을 통하여 포장구조 및 두께를 산정하여 수작업에 의한 물량산출을 시행한다. 비록 RD2000, RoadProjector에서도 규정된 표준횡단 및 포장구조(두께)에 의한 물량 자동산출이 가능하나 비규격 단면, 배수구조물과 중첩되는 구간에서의 공제량 등 별도의 수작업이 필요하는 등 프로그램에 의한 물량 자동산출은 제약이 존재한다.

④ 구조물공

교량설계프로그램은 교량형식 및 부재별 프로그램이 전문화되어 있어 교량의 모델링, 내진/면진 구조해석, 수량산출 등을 지원하며 BIM 기반의 가시설 설계 프로그램까지 등장하였다(표 2.1.18).

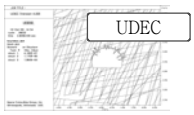
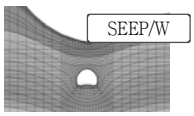
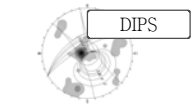
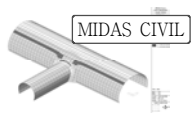
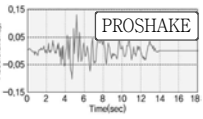
⑤ 터널공

터널설계프로그램은 지반 조건에 따른 구조물의 거동분석, 절리성 암반의 거동분석, 지하수의 영향 분석, 갱구부 암반 비탈면의 파괴분석, 철강 및 RC 구조물의 정적·동적·수화열·비선형 해석, 지반 비선형성 거동을 고려한 지진파 프로그램 등을 운영하고 있으며 주로 구조 해석위주로 사용되고 있다(표 2.1.19).

표 2.1.18 교량설계 프로그램

프로그램	개 요
A-Abutpier	교대 및 교각 설계 프로그램 · AAbutPier 는 교량의 하부구조 설계 자동화 소프트웨어로서 교량전체를 모델링하여 내진/면진해석을 수행하고 교대/교각의 최종설계 성과품 제공
A-RCBridge	라멘 설계 프로그램 · ARcBridge는 R.C Rahmen교, R.C Slab교, R.C Arch교, π 형 Rahmen교, BOX형 Rahmen교 설계자동화 소프트웨어로서 설계도면, 구조계산(2D/3D), 수량산출 등을 자동화
A-PLATE	강교(소수주형교) 설계 프로그램 · 보강재가 많은 플레이트교, 턴키 ·대안설계에서 많이 설계하는 소수주형교 이 두가지 형식이 단 하나의 프로그램으로 편리하게 사용
A-Road	강상자형교 및 바닥판 배근 설계자동화 프로그램 · 강상자형교 전용 설계 자동화 소프트웨어
A-BEAM DECK	콘크리트 BEAM 설계 프로그램 · ABeamDeck은 콘크리트빔교의 바닥판 설계 및 배근을 위한 소프트웨어
A-BEAM TEMP	BIM 기반의 가시설 설계프로그램 · ABimTemp 는 건축/토목 및 비정형 Type 설계가 가능한 BIM 기반의 가시설 Software
MIDAS CIVIL	범용 구조해석 프로그램 (2D, 3D) · Midas Civil은 직관적인 User Interface 환경과 컴퓨터 그래픽스기술이 적용된 토목분야 범용 구조해석 및 최적설계 시스템
MIDAS FEA	범용 구조해석 및 최적설계 시스템 · 선형정적해석, 재료/기하 비선형해석, 수화열, 접촉, 균열, 피로해석 등 건설분야 고급상세해석 및 비선형 해석을 위한 최적의 솔루션을 제공
MIDAS UMD	단위구조설계 지원 프로그램 · RC Design, Foundation Design, Steel Design의 단면(철근량)검토, 기초설계 및 응력검토 등 최상의 설계업무 효율성과 생산성을 제공하는 프로그램

표 2.1.19 터널해석 프로그램

프로그램	개요	특징	
FLAC 2D	• 토사, 암반, 기타 연속체에 축조된 구조물의 거동 등 지반 구조물해석 (유한차분법)	• 예비해석 Parametric Study • 본선구간 지보패턴 안정성 검토 • 구조물 동적안정 검토	
UDEC	• 개별요소법을 이용한 2차원 불연속체 해석 프로그램으로 절리성 암반 거동분석	• 예비해석 Parametric Study • 본선구간 적용 지보패턴 안정성 검토	
MIDAS GTS 2D/3D	• 정적, 동적 평형방정식을 선택 3차원 유한 요소망 생성 및 굴착단계를 모사 지반변형 특성 해석	• 예비해석 Parametric Study • 본선구간 적용 지보패턴 안정성 검토 • 주요구간 정적/동적 안정 검토	
UNWEDGE	• 불연속면의 상호교차로 인해 생성 가능한 쐐기형태의 Key-Block의 안정성 검토	• Key-Block 안정성 검토 • 균질절리영역별 안정성 검토	
SEEP/W	• 흙속의 물 흐름이 Darcy 법칙을 따른다는 가정하에 포화토 및 불포화토의 흐름해석	• 구간별 침투류 해석을 통한 터널내 유입량 산정	
MODFLOW	• 유한차분법을 이용한 지하수 유동해석에 널리 사용되는 3차원 연속체 프로그램	• 터널의 유입수 검토 • 지하수 환경영향평가 • 갱구부 오탁수에 의한 지하수의 침투경로 및 흐름 상황 파악 가능	
DIPS	• 평사투영을 통한 불연속면에 의해 생성 가능한 암반 비탈면 파괴분석 프로그램	• 터널 갱구부 시·종점 및 배면 암반 비탈면 평면파괴, 전도파괴, 쐐기 파괴 검토	
MIDAS CIVIL	• 철강 및 RC구조물 정적, 동적, 수화열, 비선형 해석이 가능	• 라이닝 콘크리트의 보강철근 검토 • 강재 거푸집 탈형시기 검토	
PROSHAKE	• 지반 비선형성 거동을 고려한 지진파 생성 프로그램	• 단일 및 다중지층을 적용한 심도별 지진파 생성 • 다양한 지층별 전단 탄성계수 감소곡선	

1.3 사회적 필요성

1.3.1 개요

최근 건축 및 토목구조물의 랜드마크화는 대형 구조물의 비정형 시설에 대한 요구로 나타나며 녹색 건설의 필요성, 건설정보 운영의 효율성 제고 등 사회적인 요구사항은 갈수록 높아지고 있다. 이를 위한 BIM 관련 기술의 도입은 건설시설물에 대한 높은 요구 사항을 충족시키고 건설 산업의 국제경쟁력을 향상시켜 전 생애주기에 걸친 건설기술의 고도화를 통하여 공공시설에 대한 신뢰성을 높일 수 있을 것이다. 건설산업이 발전하면서 건설은 기획에서부터 시공, 운영관리단계까지 고려한 사업 발주관리가 중요해졌으며 최근 해외의 발주방식도 설계·시공일괄입찰방식 또는 PPP사업 등이 부각되고 있다. 최근 국제 건설시장은 중국 및 동남아 등의 건설산업 경쟁력이 제고되고 국내 건설산업의 여건 악화에 따라 선진국의 고부가가치 영역으로의 진출 필요성이 증대되고 있다. 국내 설계·엔지니어링업체는 기술능력과 함께 자금 동원 및 운영, 시공과 연계된 종합적 사업관리 능력이 미흡하고 시공사의 경우 관련법규상 설계분야의 Risk를 안고 있어 글로벌 시장에서 요구하는 경쟁력이 부족한 실정이다. 현재 국내 건설기술은 국외 대비 77%수준이고 설계·엔지니어링분야의 경우 60~70% 수준으로 국내 건설산업의 국제경쟁력을 향상시켜야 한다. 현재 미국과 유럽, 일본 등 선진국은 건설사와 소프트사간의 연계를 통하여 BIM을 도입하기 위한 연구를 진행하고 있으며 이러한 움직임은 건설 산업의 생산체계를 혁신하는 방향으로 재편되고 있는 산업구조와도 일맥상통한다. 이러한 설계, 시공, 운영, 유지관리 등 전 생애주기의 프로세스 통합은 산업경쟁력을 비약적으로 향상시킬 것이다.

1.3.2 건설산업 투명성 제고

국내 건설산업은 입찰방식의 운찰제화, PQ의 변별력 미흡, 투명성 시비 등으로 실적 및 가격위주의 경쟁이 심화되고 있다. 또한 복잡한 원·하도급 관계 등으로 인하여 외부에서 파악이 곤란하고 각종 부조리의 온상이 되고 있다. 건설공사는 수행상황을 통합 관리할 수 있는 정보체계가 절실하며, 설계단계에서부터 파기단계까지 연계된 관리 구조도 필요하다. BIM은 도로 생애주기 전 과정에 대한 정보화가 가능하며, 건설산업 정보화는 부적격업체의 적발과 불공정한 하도급에 대한 상시감시체계 구축뿐만 아니라 인적, 물적, 시간적으로 시공 전 단계에 걸친 투명한 관리의 기본이 된다. 즉 입찰단계에서의 시공사의 실적정보, 하도급, 기술인협회와 연계한 기술자의 이중배치 적발, 시민단체 및 지역주민 등의 참여를 통한 감시 기능 강화, 건설공사 정보의 인터넷 연계 등으로 인하여 건설산업 전반에 걸친 투명성 제고에 기여할 것이다.

1.3.3 국가 경쟁력 제고

(1) 공공부문의 위상제고

BIM은 건설 프로젝트의 전체 프로세스를 통합하고 혁신함으로써 건설 공사의 효율을 향상시키고 품질을 개선하는 효과를 거둘 수 있어 궁극적으로 발주자의 이익을 향상시킬 수 있다. 공공기관은 발주자이자 운영자 및 수요자로서 건설의 결과물에 대한 이해관계가 첨예하므로 최선의 결과를 얻을 필요가 있으며, 이를 지원하기 위한 도구로서 BIM을 활용할 수 있다. 지방자치단체들과 공기업들이 발주하는 건설 프로젝트들에 BIM을 적용함으로써 초기 공사비뿐만 아니라 운영·유지관리 비용 등의 총원가를 절감하고, 고품질의 결과물을 얻을 수 있다. 공공부문은 국민경제와 산업의 발전에 대한 리더로서의 역할을 수행하고 있어 건설산업에 대해서도 산업 구조의 개선과 생산성 향상을 제고할 수 있는 기반을 마련하기 위한 노력을 기울일 필요가 있다.

(2) 건설산업의 고부가가치 산업화

국내 건설사의 해외건설사업의 평균 세전 수익률은 5% 수준으로 전체 수주규모에 비하여 실질적 이득은 매우 적으며 철강, 기계, 조선 등 기타 수출분야에 비하여도 크게 떨어지는 수준으로 외화가득률에서도 1차 산업의 77%에 비하여 절반 수준에도 못미치는 33%에 이르고 있다. 이는 건설 및 설계・엔지니어링의 선진국 대비 낮은 기술수준에 기인하며 타당성분석 및 기본설계, 시스템 엔지니어링 등 고부가가치분야로의 진출이 절실하다. 이를 위하여 시공 중심의 해외건설 진출 정책을 건설엔지니어링 분야로 확대하고 관련 기술력 확보 및 원활한 시장진입을 위한 실질적인 지원책 수립이 필요하다. 또한 설계 및 시공 일괄입찰방식의 고부가가치 사업에 대한 참여 확대를 위하여 글로벌 스탠다드에 부합하는 기술과 기준의 정비, BIM과 같은 정보화 기술을 통한 기술 경쟁력 확보가 절실하다. 최근 건설산업은 소프트웨어와의 융합을 통하여 건설 공정상의 공기단축, 부가가치 창출 등을 통하여 수익성을 강화하는 추세이다. 건축 및 플랜트에서 시작된 이러한 움직임은 건설산업 전분야로 확산되고 있는 추세이다. 2015년 세계 건설IT 융합 시장은 335조원에 이를 전망이며 국내 건설IT 융합시장의 규모는 2015년 60조원의 거대 시장으로 급성장할 것으로 예측되고 있다. 국내외 건설산업은 신기술과 친환경성, 지속가능성, 안전성 등의 혁신을 통하여 고부가치를 가지는 첨단IT가 융합된 새로운 산업으로 전환될 것이다. IT산업은 우리나라의 국가경쟁력 제고를 위한 전략산업으로 IT 기술의 건설분야 융합을 통해 새로운 고부가가치 시장 창출에 대한 성공 가능성을 높일 수 있다. 노동집약적 건설산업에 첨단 IT를 접목하여 토목건설 프로세스의 혁신 및 시설물의 친환경성과 내구성, 안전성 등을 높여 건설 생산성 향상은 물론이고 첨단 기술화함으로써 국내 건설과 건설 IT산업의 경쟁력을 강화하는 것이며, 대표적인 하드웨어 산업인 건설 산업과 소프트웨어 산업인 IT산업을 융합함으로서 새로운 산업을 창조할 것이다.

(3) 핵심 원천기술 자립화

글로벌 경쟁력을 확보한 전문기업 육성 기틀을 마련하기 위하여 고부가치 기

술에 대한 집중 투자로 경쟁력 기반을 고도화 하여야 한다. 해외 건설 시장의 경쟁 심화, 턴키 프로젝트의 증가, 프로젝트의 복합화 등으로 핵심・원천기술 자립화를 통한 기술 경쟁력의 중요성이 부각되고 있다. 핵심・원천기술 자립화를 위한 R&D 확대를 위하여 Total Solution 로드맵을 구축하고 대규모 투자를 확대할 필요가 있다. 초장대교량, 스마트하이웨이 등은 전통산업 고도화 전략의 후보대상으로 현재도 지속적인 투자가 이뤄지고 있다. BIM의 경우에도 전통시장의 고도화의 한축으로 해석할 수 있으며, 향후 해외 건설시장에서의 BIM 의무화 등을 고려할 때, 관련 분야의 지속적이고 체계적인 R&D 투자계획을 수립할 필요가 있다.

1.3.4 정보화

(1) 건설사업 정보화

국토해양부는 「건설기술진흥법」 제19조와 동법 시행령 제41조에 따른 건설공사지원통합정보체계의 구축에 의해 개발된 건설사업정보시스템을 업무에 활용하기 위한 세부지침인 「건설사업정보시스템 운영지침」을 제정하였다. 건설공사지원통합정보체계의 구축을 위해 개발된 건설사업정보시스템, 즉 건설CALS 시스템(그림 2.1.15)은 건설사업의 기획, 설계, 시공, 유지관리 등 전 과정의 생산정보를 발주청, 관련업체 등이 전산망을 통해 교환・공유하기 위한 정보화 전략으로 도로 및 하천공사, 항만공사 등의 업무와 관련된 각종 현황 및 통계 등을 활용할 수 있다. 1998년부터 시작된 건설사업의 지식 정보화는 건설사업의 효율성 제고와 고부가가치 창출을 위하여 필요하며 추진 목표 및 전략은 그림 2.1.16과 같다.

2014년 국토부는 「제4차 건설사업정보화(CALS)기본계획」에 따라 2014년 세부시행계획을 수립 추진한다고 밝혔는데 이번 계획은 건설사업의 생산성과 건설업체 기술역량 강화에 목표를 두고 건설정보표준개발, 시스템고도화 및 기술정보 확대 등을 위한 4대 중점과제, 20개 세부시행과제(47억 투자)가 마련되어 추진하기로 하였다.



그림 2.1.15 건설CALS 포털의 구성



그림 2.1.16 건설사업정보 추진 목표 및 전략

4대 중점과제로는 BIM 도입체계 구축, 건설CALS 고도화, 사후평가시스템 개선, 건설기술정보 확충·공유에 있다. 여기서 BIM 도입체계 구축은 공사 설계·시공 등의 최적화 등을 통한 생산성 향상을 위해 토목분야 BIM 표준, 성과품 검사도구 등의 개발에 관한 세부 추진과제를 표 2.1.20과 같이 포함하고 있다.

표 2.1.20 BIM도입 활용기반구축 세부 추진과제

추진과제	소요예산 (백만원)	일정	주관기관 (시행기관)
도로분야(교량, 터널) BIM 표준개발	350	'14.1~11	기술정책과 (건설연)
BIM 검사도구, 라이브러리, 가이드 개발	200	'14.3~12	
국제 표준화 협력체계 강화	50	'14.6~12	
토목분야 3차원 설계정보 스마트 공유체계 개발	70	'14.3~12	

(2) 국가 SOC 서비스 고도화

미래창조과학부는 ICT의 창의적인 활동을 통해 창조경제와 국민행복을 달성하기 위한 새로운 국가정보화 전략으로서 「제5차 국가정보화 기본계획(2013~2017)」을 마련하였다. 이 계획은 국가정보화기본법에 따라 향후 5년간의 정보화 청사진을 제시하고 있다. 「제5차 국가정보화 기본계획」은 “국민행복을 위한 디지털 창조한국 실현”이라는 비전을 설정하고, 이를 실현하기 위한 “4대 CORE 전략 및 15대 과제”를 제시하였다. 4대 CORE 전략으로 정보화를 통한 창조경제 견인(Creative Economy), 국가사회의 창의적 ICT 활용(Optimized Society via ICT), 국민의 창조역량 강화(Renewed Human Capaciy), 디지털 창조한국 인프라 고도화(Enhanced ICT Infrastructure)를 제시하였으며, 전략별 과제의 주요내용은 표 2.1.21과 같다.

표 2.1.21 4대 CORE 전략 및 15대 과제

4대 CORE 전략	15대 과제
정보화를 통한 창조경제 견인 (Creative Economy)	① 국가데이터 기반의 新산업 육성
	② 신기술 확산을 통한 수요 창출
	③ ICT 기반의 창의적 기업역량 강화
	④ 인터넷 新비지니스 창출기반 조성
국가사회의 창의적 ICT 활용 (Optimized Society via ICT)	⑤ 국민을 위한 지능형 맞춤 행정 구현
	⑥ ICT로 건강한 국민생활 보장
	⑦ 윤택한 지능형 생활환경 조상
	⑧ ICT 기반의 국가·사회안전망 구축
	⑨ 지속가능한 新SOC 지능화
국민의 창조역량 강화 (Renewed Human Capaciy)	⑩ 미래주도형 ICT 역량 강화
	⑪ 건강한 인터넷문화 정착
	⑫ 차별 없는 정보복지 구현
디지털 창조한국 인프라 고도화 (Enhanced ICT Infrastructure)	⑬ 지능형 미래 네트워크 구축
	⑭ 사이버 안전국가 기반 확충
	⑮ 국가 정보자원체계 고도화

1.3.5 국민 편익

(1) 사회적 갈등 해소

국민권익위원회에서 2008년부터 2013년까지 6년간 처리된 민원건수는 표 2.1.22와 같이 총 16,481건으로 이르며 매년 점진적으로 감소 추세에 있다. 교통 관련 분야는 대중교통체계 개선, 운송사업면허(버스, 택시, 화물), 공영주차장 조성, 자동차관련 각종 과태료 등의 육운부문과 철도잔여지 보상, 철도 노선변경 및 역사설치 등의 철도부문, 그리고 공항공사 피해, 공항내 안전사고 등의 항공 관련 부문에 대한 민원업무를 처리하는 부문으로 구분된다. 도로분야는 도로공사와 관련된 도로편입 잔여지 보상, 영업손실 보상, 이주 보상, 도로 설계변경 등의 민원 처리 부문으로 구분된다.

표 2.1.22 부문별 민원처리 현황(건)

구 분	계	교통분야	도로분야	기타분야
2013년	2,318	727	1,588	3
2012년	2,394	885	1,507	2
2011년	2,201	649	1,372	
2010년	3,138	1,196	1,942	
2009년	3,174	1,170	2,004	
2008년	3,256	1,143	2,113	

분야별 합의 해결 현황을 살펴보면 교통분야는 6년 평균 148건, 도로분야는 340건이며 처리 민원 대비 합의해결 비율은 교통분야 15.5%, 도로분야 19.4%로 조사되었다(표 2.1.23).

표 2.1.23 합의 해결 현황(건)

구 분	계	교통분야	도로분야	기타분야
2013년	373	87	286	
2012년	419	126	293	
2011년	360	89	271	
2010년	510	152	358	
2009년	556	190	372	
2008년	708	249	459	

도로 부문 내용별 민원처리 현황에 따르면 도로공사 피해보상이 평균 345건으로 21.5%이며 건축물 및 잔여지 보상 민원이 평균 236건(14.7%), 도로시설물 설치 및 보수에 관한 민원이 평균 200건(12.5%)의 순서로 조사되었다. 도로 부문 내용별 민원처리 현황은 표 2.1.24와 같다.

표 2.1.24 도로 부문 내용별 민원처리 현황(건)

구 분	계	도로공사 피해보상	건축물 및 잔여지 보상	도로시설물 설치 및 보수	도로 점용	도로노선 변경	노점상 및 가판대 단속	기타 도로 행정
2013년	1,588	349	272	185	110	44	19	609
2012년	1,507	320	226	172	89	56	25	619
2011년	1,372	286	176	155	79	52	11	582
2010년	1,942	425	268	286	112	85	29	702

도로 건설 시 설계단계에서의 주민설명회와 건설 착공단계에서의 설계설명회 등을 실시하여 설계단계에서의 의견 수렴을 통한 갈등 최소화와 시공단계에서의 공사중 민원 발생 최소화를 위한 갈등 조정과정을 거치고 있으나 설계단계에서의 발생 민원에 대한 충분한 갈등 조정에 한계가 있는 실정이다. 이는 도로계획·기본설계·실시설계 등 각 단계에서의 미확정된 계획을 기준으로 발생 민원의 조정에 애로가 있으며 민원의 특성 상 개별적 의견을 기준으로 하여 분쟁 조정에 따른 상대 민원의 가능성도 존재한다. 또한 관련 자료에 대한 지역주민의 이해 어려움 및 충분한 정보 제공의 한계는 불필요한 분쟁을 일으키기도 한다.

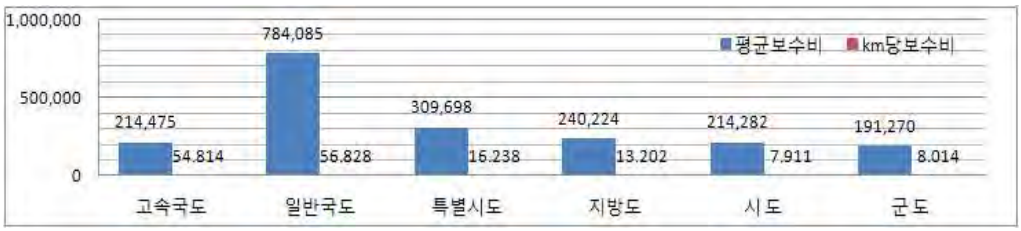
(2) 시설물 이용자 편익 제고

1970년대 45,000km의 도로 연장이 2013년 약 106,000km에 이르렀고 포장율도 82.5%에 다다르게 되었으나 1990년대까지의 양적 확충에 맞춰졌던 도로의 건설은 1994년 성수대교 붕괴 이후 기존 도로 시설물을 안전하고 공용성을 향상시키는 것이 사회적인 비용을 포함한 비용 절감이라는 인식으로 전환되었다.

현재 도로건설은 공급 중심에서 유지관리 중심으로 전환되고 있으며 특히

1990년대 증가한 고속도로 및 국도 등의 공용년수가 20년을 경과하면서 유지관리의 중요성이 새삼 부각되고 있다. 실제 도로관리 예산 비중은 2008년 16.7%에서 2013년 19.1%로 매년 증가 추세를 보이고 있다. 더불어 공용되는 도로의 증가는 보수비 등 유지관리 비용의 증가로 이어지는데 2000년 이후 도로의 등급별 보수비는 일반국도가 56.828백만원/km로 가장 높았으며 고속도로는 54.814백만원/km로 조사되었다. 년간 보수비 증가율은 지방도가 19.9%로 가장 높았으며 군도(14.0%), 시도(11.2%), 고속도로(9.7%), 특별광역시도(7.6%), 일반국도(4.1%)순으로 조사되었다(표 2.1.25).

표 2.1.25 도로의 등급별 보수비 현황(단위 : 백만원, km)

구분	연장	평균	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
고속국도	3,913	214,475	126,375	113,892	113,369	131,640	142,317	189,322	267,920	251,885	249,519	332,152	302,187	353,121
일반국도	13,797	784,085	627,413	751,673	847,207	995,413	695,720	687,122	754,902	703,931	708,594	1,000,233	796,639	840,172
특별광역시도	19,073	309,698	368,520	243,575	263,897	183,587	238,365	218,486	331,043	316,426	405,035	372,702	387,139	387,603
지방도	18,196	240,224	131,082	123,103	95,327	191,430	136,711	174,634	248,185	244,597	723,559	280,603	285,276	248,186
시 도	27,086	214,282	128,830	205,697	163,434	169,499	168,419	205,140	273,791	205,918	268,297	270,874	256,015	255,472
군 도	23,866	191,270	229,494	126,338	150,499	274,561	156,210	137,873	218,579	173,008	195,487	221,834	185,161	226,198
비 고														

도로는 이용자에게 편의와 안전을 확보하여야 하며 이를 위한 주기적인 유지관리는 매우 중요하다. 그러나 이전의 유지관리는 결함이 발생할 때마다 파손된 시설물을 보수하는 사후 대응형 유지관리체계로 인하여 물적, 인적, 시간적 손실을 야기하였다. 기반시설의 성능과 생애주기를 고려한 예방적 유지관리체계는 시설물의 안전은 물론 기반시설의 서비스수준을 일정하게 유지하며 감가상각 등 경제적 가치와 투자효율을 고려한 유지관리를 실현시킬 수 있다. 실제 한국건설기술연구원이 고속·일반 국도의 교량 4281개를 대상으로 시뮬레이션한 결

과 소규모 유지 보수를 반복적으로 시행하는 방식이 노후화된 교량을 크게 수선하는 방식보다 생애주기비용을 30.4% 절감할 수 있는 것으로 나타났다. 이를 근거로 추산하면 향후 50년간 투자할 SOC 시설 유지관리 비용이 104조원에서 72조원으로 줄어든다고 연구원은 추정했다.

향후 증가될 도로의 유지관리 비용을 절감하기 위하여는 예방적 유지관리로의 전환이 필요하며 설계단계에서 시공단계를 거쳐 공용중 시설물의 공용성에 영향을 미치는 인자들에 대한 기본 데이터 구축이 필요하며 설계・시공・유지관리 전단계에 걸친 성능중심의 관리가 필요하다. 이러한 건설 전단계의 데이터를 통한 건설 모니터링의 구현은 시설물의 공용성 향상과 유지관리 시 투자 우선순위의 결정에 있어서 합리적인 판단을 가능케 할 것이다.

2. 도로분야 BIM 도입의 경제성 분석

2.1 비용 · 편익 측정 방법론

비용편익분석(Cost-Benefit Analysis)은 선택된 대안에 대해서 들어가는 비용과 이 대안으로 인하여 발생하는 편익을 분석하여 투자할만한 가치를 판단하는 기준을 제공한다. 이 분석은 “1) 모든 사업은 비용을 요구하며, 2) 모든 투자사업은 편익을 창출하며, 3) 편익과 비용이 정확히 측정된다면, 이들을 비교하여 어떤 투자사업의 타당성여부를 평가하거나 투자사업의 우선순위를 결정할 수 있다.”는 사실에 기초를 둔다.

□ 경제성 분석

사회 전체의 입장에서 비용과 편익을 분석하는 경우이다. 공공투자의 경우 경제적분석이 가지는 일반적인 의의는 다음과 같다. 1) 사회전체의 입장에서 경제성이 없는 투자사업의 억제와 투자사업의 부실을 사전에 예방할 수 있다. 2) 각종 후보사업중에서 가용재원의 범위 내에서 투자의 우선순위에 입각하여 사업을 선정할 수 있다. 3) 기본적인 발상은 좋으나 내용이 미비한 투자계획을 보완할 수 있다. 4) 투자사업에 필요한 자료를 체계적으로 분석하고 제공한다.

□ 재무 분석

재무분석의 목적은 사회전체의 입장이 아닌 프로젝트가 사업시행자에게 충분한 대가와 수입을 보장하는지, 즉 투자비 회수가 가능한지를 밝히고 사업시행자의 자금능력과 프로젝트의 재무상태를 상호비교하여 타당성을 검토하고 사업시행자의 재무상태에 어떤 영향을 미칠 것인가를 평가하기 위한 것이다.

재무분석은 경제성분석에 의하여 사업추진의 타당성이 있다고 판단되는경우, 즉 편익/비용 비율이 1.0 이상인 사업의 경우에 한하여 이루어지는 것을 원칙으로 한다.

표 2.1.26 경제성 분석과 재무분석

구 분	경제성 분석	재무 분석
편익	운행비 절감, 시간가치 절감	사용료 수입
비용	경제적 비용(세금 불포함)	회계학적 의미의 비용(세금 포함)
할인율	사회적 할인율	재무적 할인율

2.2 비용 추정

도로분야 BIM 도입시 추가적으로 발생할 수 있는 비용을 정의하였으며, 그 산정 결과는 다음과 같다.

가. 정부의 설계비 추가지출

정부가 BIM으로 설계 발주시 추가적으로 발생할 수 있는 설계비를 산정하였다. 우리나라에서 신규로 진행되는 도로(국도 및 고속국도) 프로젝트 비용은 2009년~2012년 동안 수행된 프로젝트의 평균 비용인 6 조원으로 가정하여 계산을 수행하였다. 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 비용에 대하여 계산을 수행하였으며, 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정하였다.

(비용 1) 정부의 설계비 추가지출 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 비용의 총 합 × 프로젝트 수행시 설계비 비율 × BIM 도입에 따른 추가비용 증가분
= 31 조원 × 3 % × 17 %
= 1,586 억원

여기서 프로젝트 수행시 설계비 비율은 3%로 산정하였으며, BIM 도입에 따른 추가비용 증가분의 경우 대한건축학회에서 수행한 “BIM 대가산정 기준 개선방안 연구”에서 실시설계 수준시 추가로 발생할 수 있는 업무량 증가분에 따른 추가 대가 산정기준(안)인 17 %를 활용하였다.

나. 정부의 시공비 추가지출 금액

정부가 BIM으로 설계 발주시 추가적으로 발생할 수 있는 시공비를 산정하였다. 시공비 산정에서도 우리나라에서 신규로 진행되는 도로(국도 및 고속국도) 프로젝트 비용은 2009년~2012년 동안 수행된 프로젝트의 평균 비용인 6 조원으로 가정하여 계산을 수행하였다. 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 비용에 대하여 계산을 수행하였으며, 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정하였다.

(비용 2) 정부의 시공비 추가지출 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 비용의 총 합 × 시공시 BIM 도입에 따른 추가 비용 산정 비율
= 31 조원 × 0.5 %
= 1,554 억원

여기서 시공시 BIM 도입에 따른 추가 비용 산정 비율의 경우 Brittany Giel and Raja Issa(2012)의 실제 사례 연구에서 프로젝트 수행시 반영되었던 BIM 비용인 총 프로젝트 비용의 0.5 %를 활용하였다.

다. 정부의 유지관리 추가지출 금액

정부에서 BIM 기술을 활용하여 유지관리시 추가적으로 발생할 수 있는 유지관리 비용을 산정하였다. 우리나라 정부에서 관리하는 자산의 규모를 600 조원으로 산정하였으며, 이를 매년 60 조원 씩 나누어 유지관리를 한다고 가정하였다. 또한 유지관리 추가지출 금액의 경우 연구 종료 후 10년 동안 발생하는 비용 금액을 계산하였다. 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정하였다.

(비용 3) 정부의 유지관리 추가지출 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 관리하여야 하는 자산 금액의 총 합 × 시공시 BIM 도입에 따른 추가 비용 산정 비율
= 376 조원 × 0.5 %
= 1.88 조원

여기서 유지보수시 BIM 도입으로 발생하는 추가비용은 시공시의 추가지출 비용인 총 프로젝트 비용의 0.5%(Brittany Giel and Raja Issa 2012)로 산정하였다.

라. 정부의 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안) 실행에 따른 비용

본 연구용역을 통해 산정한 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안) 실행에 따른 비용은 아래와 같다.

(비용 4) 정부의 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안) 실행 비용
= 425 억원

2.3 편익추정

도로분야 BIM 도입시 추가적으로 발생할 수 있는 편익을 정의하였으며, 그 산정 결과는 다음과 같다.

가. 정부의 시공단계 편익 금액

정부가 BIM으로 시공 발주시 설계변경 최소화로 발생할 수 있는 편익을 산정하였다. 우리나라에서 신규로 진행되는 도로(국도 및 고속국도) 프로젝트 비용은 2009년~2012년 동안 수행된 프로젝트의 평균 비용인 6 조원으로 가정하여 계산을 수행하였다. 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 비용에 대하여 계산을 수행하였으며, 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정하였다.

(편익 1) 정부의 시공단계 편익 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 비용의 총 합 × 총 사업비 대비 5%이상 설계변경 비율 × 설계의 문제로 설계변경이 일어나는 비율
= 31 조원 × 21.9 % × 31 %
= 2.1 조원

여기서 총 사업비 대비 5%이상 설계변경 비율과 정부에 의해 설계변경이 일어나는 비율의 경우 2010년 국정감사 시 지방 5개 국토관리청에 대한 설계변경 발생현황 통계를 활용하였다. 또한 설계의 문제로 설계변경이 일어나는 비율의 경우 '감리자의 기술검토에 따른 설계변경(12%)', '설계부실(10%)', '시공자의 요구(9%)'의 합으로 산정하였다.

나. 정부의 유지관리단계 편익 금액

정부에서 BIM 기술을 활용하여 유지관리시 발생할 수 있는 편익을 산정하였다. 우리나라에서 도로 유지관리에 소요되는 비용을 2013년 도로 보수 실적인 총 2.24조원으로 산정하였으며, 이를 기준으로 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 유지관리 비용에 대하여 계산을 수행하였다. 또한 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정하였다.

(편익 2) 정부의 유지관리단계 편익 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 유지관리비용의 총 합 × 유지관리 비용 절감 비율
= 12.54 조원 × 14 %
= 1.756 조원

여기서 유지관리 비용 절감 비율의 경우 NIST에서 분석한 유지관리 절감 비율인 14%를 활용하였다.

다. 설계사가 국내에서 설계비용 절감에 따른 편익 금액

설계사에서 BIM 활용시 설계비용 절감에 따른 편익 금액을 산정하였다. 우리나라에서 신규로 진행되는 도로(국도 및 고속국도) 프로젝트 비용은 2009년~2012년 동안 수행된 프로젝트의 평균 비용인 6 조원으로 가정하여 계산을 수행하였다. 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 비용에 대하여 계산을 수행하였으며, 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정하였다.

(편익 3) 설계사가 국내에서 설계비용 절감에 따른 편익 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 비용의 총 합 × 프로젝트 수행시 설계비 비율 × BIM 도입시 설계효율화에 따른 설계비용 저감분
= 31 조원 × 3 % × 2 %
= 187 억원

여기서 프로젝트 수행시 설계비 비율은 3%로 산정하였으며, BIM 도입시 설계효율화에 따른 설계비용 저감분의 경우 핀란드 YIT사에서 BIM설계 시스템 도입으로 저감한 설계비용 요율인 2%를 활용하였다.

다. 시공사가 국내에서 시공비용 절감에 따른 편익 금액

시공사에서 BIM 활용시 시공비용 절감에 따른 편익 금액을 산정하였다. 우리나라에서 신규로 진행되는 도로(국도 및 고속국도) 프로젝트 비용은 2009년~2012년 동안 수행된 프로젝트의 평균 비용인 6 조원으로 가정하여 계산을 수행하였다. 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 비용에 대하여 계산을 수행하였으며, 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정하였다.

(편익 4) 시공사가 국내에서 시공비용 절감에 따른 편익 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 비용의 총 합 × BIM 도입시 시공효율화에 따른 시공비용 저감분
= 31 조원 × 6 %
= 1.87 조원

여기서 BIM 도입시 시공효율화에 따른 시공비용 저감분의 경우 Kristen Barlish(2011)의 연구사례에서 활용한 요율인 6%를 참조하였다.

라. 설계사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액

설계사에서 BIM 활용을 통한 해외 수주 증가에 따른 이익 금액을 산정하였다. 2012년 기준 해외 시장에서 우리나라 설계·엔지니어링사의 수주 금액인 10억 달러를 기준으로 산정하였으며, BIM 도입에 따라 해외 시장 점유율이 2012년 현재 1.4%에서 5%로 증가시 발생하는 수주 증가분(연구 종료후 10년 동안)과 국내기업의 해외시장에서의 평균 영업 이익률인 5%(해외건설협회 산정)를 기준으로 계산을 진행하였다.

(편익 5) 설계사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액
= BIM 도입시 해외 시장에서 설계·엔지니어링사 수주 증가분(연구 종료후 10년 동안) × 국내기업의 해외시장에서의 평균 영업 이익률
= 13.32 조원 × 5 %
= 6,662 억원

마. 시공사 해외수주 증가에 따른 이익 금액

시공사에서 BIM 활용을 통한 해외수주 증가에 따른 이익 금액을 산정하였다. 2012년 기준 해외 시장에서 외국 회사에 개방된 해외공사 발주 물량인 0.8조 달러를 기준으로 산정하였으며, BIM 도입에 따라 해외시장 점유율이 2012년 현재 8.1%에서 10%로 1.9% 포인트 증가시 발생하는 수주 증가분(연구 종료후 10년 동안)과 국내기업의 해외시장에서의 평균 영업 이익률인 5%(해외건설협회 산정)를 기준으로 계산을 진행하였다.

(편익 6) 시공사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액
= BIM 도입시 해외시장에서 시공사 수주 증가분(연구 종료후 10년 동안) × 국내기업의 해외시장에서의 평균 영업 이익률
= 78.76 조원 × 5 %
= 3.94 조원

2.4 비용 편익 분석

앞서 산정한 비용 및 편익을 기반으로 도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익 분석을 수행하였다. 아래의 표 2.1.27은 비용 및 편익의 각 항목에 따른 값을 정리한 것이다.

표 2.1.27 도로분야 BIM 도입을 위한 비용 및 편익

구분		항목	금액
비용	1	정부의 설계비 추가지출 금액	0.1586 조원
	2	정부의 시공비 추가지출 금액	0.1554 조원
	3	정부의 유지관리 추가지출 금액	1.88 조원
	4	정부의 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안) 실행 비용	0.0425 조원
비용 소계			2.2365 조원
편익	1	정부의 시공단계 편익 금액	2.1 조원
	2	정부의 유지관리단계 편익 금액	1.756 조원
	3	설계사가 국내에서 설계비용 절감에 따른 편익 금액	0.0187 조원
	4	시공사가 국내에서 시공비용 절감에 따른 편익 금액	1.87 조원
	5	설계사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액	0.6662 조원
	6	시공사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액	3.94 조원
편익 소계			10.3509 조원

도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익은 다음과 같다.

□ 도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익
= 10.3509 조원 ÷ 2.2365 조원
= 4.628

해외 시장 수주 증가분 제외시, 도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익은 다음과 같다.

□ 도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익(해외시장 제외)
= 5.745 조원 ÷ 2.2365 조원
= 2.569

해외시장 점유 증가시 혹은 제외시 모두 각각 4.628과 2.569의 비용/편익이 나와 모든 경우 도로분야 BIM 도입이 타당한 것으로 분석되었다.

제2절 도로분야 BIM 기술개발 필요성 및 타당성 분석

1. 기술개발(R&D) 필요성

1.1 정책적 부합성

1.1.1 국가 정책과의 연계성 검토

정부는 창조경제·국민행복 실현을 위한 SOC 패러다임 전환 및 기술혁신을 위하여 시장·산업 분석 결과를 바탕으로 일자리 창출 중심의 R&D 추진, 현안·문제 해결, 수요자 중심의 실사구시형 R&D 확대, 기술력·경쟁력 및 실천성 등을 감안한 최적의 투자전략 마련을 마련하고 있다.

가. 국토교통부

국토교통부는 건축부분에 대해 최근 국토교통과학기술진흥원과 개선과제 선정을 위한 기획과제 선정 용역에 착수한 것으로 알려졌으며 9월까지 용역을 진행한 뒤 연말까지 개선과제를 확정해, 늦어도 2017년까지 관련 BIM 체제 정비를 마치도록 하고 있다.





그림 2.2.1 세움터의 미래모습 및 예시 화면

또한 'BIM 가이드라인'을 작성했고 현장중심적 BIM 확대 적용 방안을 추진하고 있으며 건축 등 건설공사 인허가를 위한 160여개 관련법령을 데이터베이스(DB)화하는 작업을 진행, 국가건축행정정보시스템인 '세움터'와 BIM 연계 방안을 고려하고 있다(그림 2.2.1). 이 시스템이 완료되면 그동안 걸림돌로 여겨졌던 각종 인허가 사항을 설계단계에서부터 보다 쉽고 빠르게 확인 및 준비할 수 있을 것으로 예상한다.

나. 조달청

현재 '디지털방송콘텐츠 지원사업(턴키)'과 '한국전파진흥원 신축사업(기술제안)' 등 5건을 BIM 설계 적용을 의무화한 사업으로 발주한 상태이며 앞으로 조달청은 중소형 공사의 BIM 확산 적용을 위한 시장조사를 실시할 계획이며 설계대가 산출기준을 마련할 방침이다. 그림 2.2.2는 조달청 BIM 적용 추진 계획이다.



그림 2.2.2 조달청의 BIM 추진계획

조달청의 단기 및 중·장기추진계획은 표 2.2.1과 같다.

표 2.2.1 국내 BIM 발주현황

구분	단기('10~'12)	중기('13~'15)	장기('16~)
목표	· BIM적용 확대를 통한 설계품질 향상	· 4D 설계관리 시스템 구축을 통한 예산절감	· 시설사업 전체로 BIM적용을 확대하여 업무혁신
대상	· Total Service 대상 건축공사 중 총공사비 500억원 이상의 턴키 또는 설계공모로 발주하는 공사	· Total Service 대상 총공사비 500억원 이상 건축공사	· 모든 건축공사
방법	· 적극적 마케팅을 통해 BIM발주를 촉진 · 연차별로 BIM 발주지침을 개발 · BIM 적용시 인센티브 제공	· BIM발주 사업을 전문적으로 관리할 전담팀 구성 · 3D모델 데이터를 활용한 사업관리 시스템 구축	· 공사관리 업무에 BIM 모델데이터 활용 · 공사계약 업무에 BIM 모델데이터 활용 · 총사업비검토 업무에 BIM 모델데이터 활용
기대효과	· 3D설계를 적용하여 수요기관 만족도 향상 · 민간 부문의 BIM 인프라 조성을 촉진 · 설계단계에서의 다양한 검토로 설계품질 향상	· Total Service 원가관리 및 일정관리가 향상 · 시공단계의 설계변경을 최소화하여 예산낭비 요인을 제거	· 시설사업 혁신 및 재정집행 관리 강화

1.1.2 국토교통부 R&D 전략과의 부합성

도로분야의 BIM 도입은 도로의 계획, 설계, 시공 및 유지관리 등 도로의 생애주기 전반에 걸쳐 정보화가 가능하여 인공지능 국토공간 구축에 기여할 것이며 지능형 인프라 자동관리와 직접 관련성이 있다. BIM 관련 기술의 개발은 도로건설분야의 기술력향상과 건설-IT융합 시장에서의 글로벌 선도가 가능하여 새로운 일자리 창출 및 이용자 및 관리자 중심의 도로 운영이 가능하게 되어 국토교통부 R&D의 중장기전략 및 방향에 부합된다.

그 예로 국토교통부 R&D 전략을 보면, 국토교통부는 2014년 7월 국토교통 미래 여건변화에 대응하고, 일자리·성장엔진 창출 등 창조경제 국정기조 실현에 적극 기여하기 위해, 국토교통 연구개발에 관한 10년 단위 중장기 목표, 추진전략 및 중점 프로젝트 등을 반영하여 그림 2.2.3과 같이「창조경제 실현을 위한 국토교통 R&D 중장기전략(안)」을 수립·추진하고 있다.



그림 2.2.3 국토교통부 R&D 중장기전략 및 방향

국토교통 R&D는 국토교통기술분야의 연구개발을 지원함으로써 생산성 및 기술수준을 향상시키고 미래성장동력 확보 및 국가경쟁력을 강화하기 위한 국가연구개발사업으로 국토교통부가 주관하고 국토교통과학기술진흥원이 시행 및 관리하고 있다. 국토교통과학기술진흥원은 2006년 VC-10 추진 등 건설교통 R&D 혁신로드맵과 건설교통 R&D 중장기계획('08년~'12년)을 수립('07.12) 하였고 R&D 투자 효율화를 위한 시스템 개선을 지속추진하기 위하여 국토해양 R&D의 녹색기술 중심 통합발전을 위해 Green-up 30 도출 등 국토해양 R&D 발전전략('10.10) 수립, 사업관리 효율화를 위한 R&D 사업관리 강화방안('11.5) 및 R&D 관리시스템 종합개선방안('11.10) 마련, 중장기 투자전략 제시를 위한 건설교통 R&D 중장기계획('13년~'17년)('12.5)을 수립하였다. 이 계획을 아래와 같이 건설부분과 교통부분으로 나누어 보면 건설부분에 BIM과의 연관 사업이 있음을 알 수 있다.

가. 건설부문 R&D 사업계획

국토교통과학기술진흥원에서 2014년에 신규 진행하는 건설R&D 계획(표 2.2.2)을 조사한 결과 BIM과 연관 사업은 "플랜트연구사업의 모듈화 플랜트 시공을 위한 설계·제작 및 현장적용기술 개발"이 있는데, 이에 따라 BIM기술을

육성하기 위한 기획연구를 수행하고 있고, 국가표준으로서 BIM을 활용하기 위한 기반조성 관련 기술 개발을 계획하고 있다. 이 외에도 BIM과 연관 사업으로 “플랜트 협업 엔지니어링 및 소프트웨어 기술 개발”, “주거환경연구사업의 이동과 재사용이 가능한 모듈러 건축 기술개발 및 실증연구”, “국토공간정보연구사업의 공간정보 소프트웨어 활용을 위한 오픈소스 가공기술 개발”, “공간정보에 기초한 빅데이타 분석 및 활용기술 개발” 등이 있다.

표 2.2.2 건설부문 R&D 사업 계획

사업	신규 과제
건설기술연구사업	· SOC 시설물 성능평가기술 개발 · 환경부하 저감형 LCA(Life Cycle Assessment) 기반 설계 및 시공 기술 개발 · 해외 지역별 건설기술정보시스템 구축 · 탄소저감형 건설장비 운영기반 스마트 시공시스템 개발 · 대심도 복층터널 설계 및 시공 기술개발
물관리연구사업	· 기후변화 대비 홍수/가뭄/유역관리 적응기술 개발 · 국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시, 평가, 예측 기술 개발
플랜트연구사업	· 모듈화 플랜트 시공을 위한 설계, 제작 및 현장적용기술 개발 · 정·역삼투융합 플랜트 기술 개발 · 플랜트 협업 엔지니어링 및 소프트웨어 기술 개발 · 햅틱기반 플랜트 안전훈련시스템 기술개발 · 역삼투압방식 해수담수화플랜트 공정고도화 기술개발 · 해수담수화 역삼투막 고급세정기술 개발
도시건축연구사업	· 국가표준 건축설계기준 개발 · 도시 거주성 및 기능성 향상을 위한 도시재생 실증연구 · Global 주도형 도심 바이오 에너지 단지 조성을 위한 기술개발 및 실증연구 · 건축물 생애단계별 녹색건축지원시스템 개발
주거환경연구사업	· 주거복지 구현을 위한 생활밀착형 주거성능향상 기술개발 · 비용절감형 장수명 주택 보급모델 및 기술개발 · 이동과 재사용이 가능한 모듈러 건축 기술개발 및 실증연구 · 고령자의 건강한 노후생활을 위한 헬스케어 스마트 홈 확산기술 개발
국토공간정보연구사업	· 공간정보 S/W 활용을 위한 오픈소스 가공기술 개발 · 공간정보에 기초한 빅데이타 분석 및 활용기술 개발 · 범죄·재해·재난으로부터 안전한 도시 공간건축 구축

나. 교통부문 R&D 사업계획

2014년도 교통부문 건설 R&D 사업은 3개 사업에 21개 신규과제를 진행하고, 이 중 철도기술연구사업의 '철도 운영 및 유지보수 효율화 기술개발' 과제가

BIM과 연관된 과제로 판단된다(표 2.2.3).

표 2.2.3. 교통부문 R&D 사업 계획

사업	신규 과제
교통물류연구사업	· 고위험군 운전자 행동개선 및 위반억제 기술개발 · 온실가스 배출 최소화를 위한 친환경 포장도로 · 교통부문 온실가스 산정 및 평가 시스템 개발 · 교통약자 보행지원 시스템 개발 · 도로운송부문 장비 경량화 및 연비 개선 기술 개발 · 물류작업 속도 2배 향상을 위한 물류장비 기술개발 · 노동의존형 물류환경개선 및 산업재해 예방 기술개발
철도기술연구사업	· 250km/h급 무선제어시스템 실용화 · 실시간 철도 통합안전 감시제어시스템 개발 · 나노기술을 적용한 실시간 지하구간 오염 물질 제거기술 · ICT 기반 승객 이동정보 제공기술 개발 · 철도 핵심부품/장치 기술개발 2단계 · 철도 운영 및 유지보수 효율화 기술개발
항공안전기술개발사업	· 비행종합시험 인프라 개발 구축 · 다목적 소형항공기 비행시뮬레이터 개발 · 항공기용 엔진 등 정비(MRO) 기술개발 · 운송용 항공기 사고예방 기술개발 · 소형항공기용 엔진 국산화 보급기반 구축 · 항공기의 경제적 운항을 위한 배출가스 저감효과 분석 시뮬레이션 모델개발 · 다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발 · 공항 도착/접근 관제 최적화 및 검증 기술

다. 공통부문 R&D 사업계획

공통부문에는 “국토교통기술촉진 연구사업”, “국토교통기술사업화 지원사업”, “건설교통기술 지역특성화사업”이 표 2.2.4와 같이 있다. 이 부문에는 BIM과 직접 연관이 있는 사업은 “창의도전연구”의 “첨단융합기술“이 있다.

표 2.2.4 공통부문 R&D 사업 계획

사업	신규 과제
국토교통기술촉진 연구사업	·창의도전연구 - 기초원천기술, 창조형 모험, 첨단융합기술, 사회이슈 해결 등 약 50~60개 과제 추진 ·글로벌 기술협력 - 국제공동연구 2개 신규과제 ·연구장비 인프라 - 대형수리모형 실험시설 구축 - 종합도로시험장 실험시설 구축 - 주택성능품질 실험시설 구축 - 건설연구인프라 1단계 실험시설 성능개선 - 국토교통 지식정보 활용기반 구축
국토교통기술사업화 지원사업	·공공구매조건부 기술사업화
건설교통기술 지역특성화사업	·지역거점센터

1.1.3 국가 R&D 예산의 투자 방향과의 부합성

가. 미래창조과학부 제3차 과학기술기본계획('13~'17)

□ 비전 및 추진 전략

이 계획을 보면 경제부흥과 국민행복을 위한 하이파이브(High Five)전략을 추진하여 5개 전략분야를 고도화(High)하고, 19개 분야 78개 과제를 추진하는 것이다. 그림 2.2.4는 하이파이브(High Five)전략을 도식화 한 것이다.

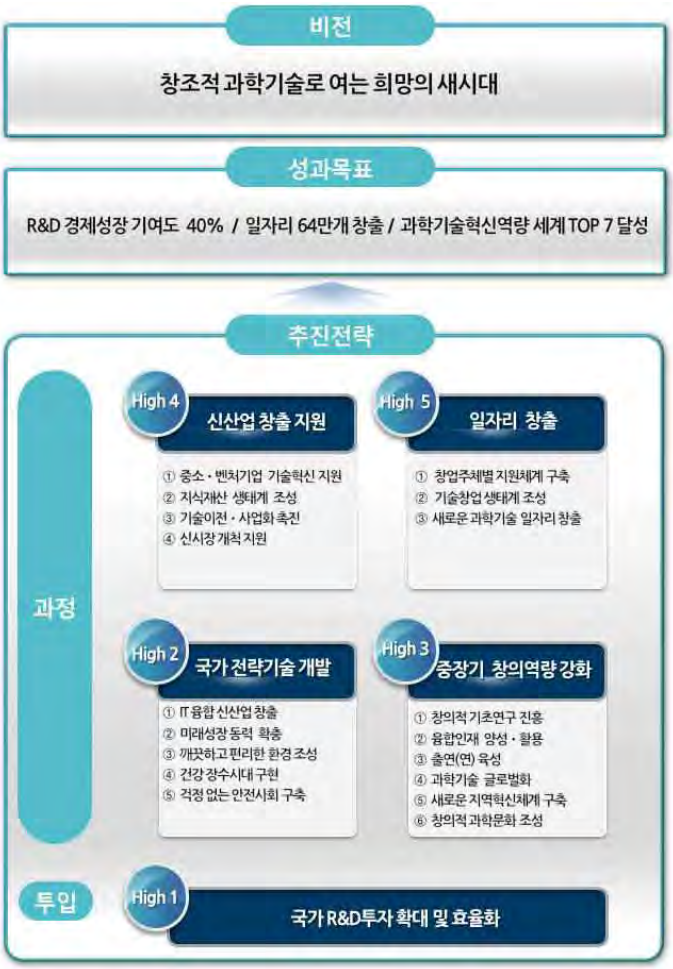


그림 2.2.4 하이파이브(High Five)전략

□ 추진과제 및 주관부처

표 2.2.5는 하이파이브(High Five) 추진과제 및 주관부처를 정리한 것이다. 이 중 본 과제는 전략분야 2 - '국가전략기술개발(High 2)' - 의 '2. IT 융합신산업 창출' 분야 '1. SW·인터넷 신산업 육성' 과제, '4. 깨끗하고 편리한 환경조성' 분야의 '4. 국토인프라 선진화' 과제, 전략분야 4 - '신산업 창출지원 (High 4)' - 의 '16. 신시장 개척지원' 분야 '1. 융합 기술·제품 개발 촉진' 과제, 전략분야 5 -'과학기술 기반 일자리 확대 (High 5)' - 의 '19. 새로운 과학기술 일자리 창출' 분야 '1. 과학기술분야 일자리 확대' 과제 등과 궤를 같이한다.

표 2.2.5. 하이파이브(High Five) 추진과제 및 주관부처

5대 전략	분야	추진 과제	주관부처
R&D 투자확대 (High 1)	1. 국가 R&D 투자 확대 및 효율화	1. 총 연구개발투자(정부+민간) 지속 확대	기재부, 미래부 산업부 등
		2. 연구주체 간 역할정립	미래부, 산업부등
국가전략 기술개발 (High 2)	1. 국가 R&D 투자 확대 및 효율화	3. 연구개발 투자시스템 효율화	기재부, 미래부
		4. 선도형연구개발시스템(기획, 관리, 평가) 구축	미래부, 산업부등
		5. 과학기술 인프라의 개방과 공유 활성화	미래부, 산업부등
	2. IT 융합 신산업 창출	**1. SW・인터넷 신산업 육성**	**미래부, 산업부**
		2. C-P-N-D기반 ICT혁신역량 강화	미래부
		3. 문화관광 콘텐츠 첨단화	문체부, 미래부, 산업부
		4. 스마트 교통・물류 시스템 구축	국토부
		5. 주력수출산업 고도화	산업부, 미래부
	3. 미래성장 동력 확충	1. 미래에너지와 자원 확보・활용	산업부, 미래부
		2. 보건・의료 글로벌 시장 선점	복지부, 미래부 산업부, 식약처
		3. 농림축산 고부가가치화	농식품부, 농진청, 해부수, 식약처
		4. 우주・항공・국방의 성장동력화	미래부, 산업부 방사청
		5. 해양・수산의 미래산업화	해수부, 산업부
	4. 깨끗하고 편리한 환경조성	1. 기후변화 대응력 강화	산업부, 미래부 환경부, 기상청
		2. 환경 보전・복원 시스템 고도화	환경부, 해수부
		3. 생활공간 편의성 향상	국토부, 산업부, 환경부
		4. 국토인프라 선진화	**국토부, 해수부**
	5. 건강장수 시대 구현	1. 난치성 질병 극복	복지부, 미래부 산업부, 식약처
		2. 환자 맞춤형 의료서비스 실현	복지부, 미래부 산업부, 식약처
		3. 저출산・고령화 대응 강화	복지부, 미래부 산업부, 식약처
	6. 걱정없는 안전사회 구축	**1. 선제적 자연재해 대응과 피해 최소화**	**기상청, 국토부 안행부**
		2. 사회적 재난 대응체계 확보 (원자력 안전, 환경사고 등)	미래부, 원안위 복지부, 환경부
		3. 식량안보와 식품안전 향상	농식품부, 농진청 식약처

중장기 창의역량 강화 (High 3)	7. 창의적 기초연구 진흥	1. 중장기・안정적 기초연구 투자 확대	미래부, 교육부
		2. 세계 수준의 기초연구 거점 조성	미래부
		3. 창의적 연구환경 조성	미래부
		4. 기초연구 협력 및 성과확산 촉진	미래부
	8. 창의・융합형 인재 양성・활용	1. 과학기술인이 존중받는 사회 실현	미래부
		2. 초중등 창의교육 강화	교육부
		3. 대학(원) 융합 교육 연구 역량 강화	교육부, 미래부 산업부
		4. 세계적 수준의 과학기술자 육성	미래부
		5. 과학기술인재 활용 및 글로벌 유동성 확대	산업부, 미래부
		6. 여성 과학기술인의 잠재력 활용 극대화	미래부, 산업부
	9. 국가발전의 중추거점으로 출연(연) 육성	1. 출연(연)별 고유미션 및 정체성 명확화	미래부
		2. 중소기업 지원 및 일자리 창출역량 강화	미래부, 산업부
		3. 개방과 융합연구 촉진	미래부
		4. 자율과 책임의 출연(연) 운영체계	미래부
	10. 과학기술 글로벌화	1. 글로벌 과학기술 외교 강화	미래부, 산업부등
		2. 과학기술 ODA 확대	미래부, 산업부등
		3. 전략분야 국제공동연구 활성화	미래부, 산업부등
		4. 국제과학기술허브 구축	미래부
		5. 국제협력 인프라 조성	미래부
	11. 새로운 지역혁신체계 구축	1. 지역 산・학・연 네트워크 활성화	미래부, 산업부등
		2. 지역수요에 기반한 기술개발 지원	미래부, 산업부등
		3. 지역맞춤형 인재양성과 일자리 창출	미래부, 산업부등
		4. 지역 연구개발투자 확대 및 자율성 강화	미래부, 산업부등
		5. 지역 연구개발 기획관리 역량강화	미래부, 산업부등
		6. 지역 연구개발 추진체계 정비	미래부, 산업부등
	12. 창의적 과학문화 조성	1. 국민 상상실현 지원	미래부
		2. 실습 체험형 프로그램 개발・보급	미래부
		3. 과학기술문화복지 및 인프라 확충	미래부
		1. 과학기술인 사회참여 및 연구윤리 강화	미래부
신산업 창출지원 (High 4)	13. 중소・벤처기업 기술혁신 지원	1. 중소・벤처기업 중심 연구개발지원체계 구축	중기청
		2. 중소기업 기술혁신인프라 강화	중기청
		3. 중소기업 우수인력 유입 및 장기재직 지원	중기청(노동부)
		4. 성장 단계별 맞춤형 지원체계 마련	중기청
	14. 지식재산 생태계 조성	1. 우수 지식재산 창출 체계 구축	미래부, 산업부, 특허청
		2. 지식재산 권리화 및 보호 강화	특허청
		3. 지식재산 활용 촉진	산업부, 미래부

		4. 지식재산 인프라 확충	미래부, 산업부 특허청
		5. 표준특허 및 국제표준 확보	미래부, 산업부 특허청
	15. 기술이전· 사업화 촉진	1. 시장을 고려한 기술기획 및 지원	산업부, 미래부등
		2. 사업화 초기장벽 극복지원 확대	산업부, 미래부등
		3. 기술이전 중개자 역량 제고	산업부, 미래부등
		4. 사업화 촉진을 위한 개방형 혁신 활성화	산업부, 미래부등
	16. 신시장 개척 지원	**1. 융합 기술·제품 개발 촉진**	**산업부, 미래부등**
		2. 서비스 R&D 지원 강화	산업부, 미래부등
		3. 혁신적 기술·제품의 수요 창출	산업부, 미래부등
		4. 기술규제 혁신	산업부, 미래부등
과학기술 기반 일자리 확대 (High 5)	17. 창업 주체별 지원체계 구축	1. 성장단계별 기술창업 지원강화	중기청, 문체부
		2. 공공연구기관 창업 활성화	미래부, 중기청
		3. 대학의 창업기지화	교육부, 중기청
	18. 기술창업 생태계조성	1. 투자 회수 및 재도전 지원	중기청
		2. 기술 및 아이디어 기반 자금조달 촉진	미래부, 산업부 중기청
	19. 새로운 과학기술 일자리 창출	**1. 과학기술분야 일자리 확대**	**미래부, 산업부등**
		2. 정부 R&D와 일자리 연계지원 강화	미래부, 산업부등

나. 미래창조과학부 제5차 국가정보화기본계획('13~'17)

□ 비전 및 추진 전략

미래창조과학부는 국가 정보화의 방향을 ICT 중심의 성장·확산에서 나아가 사회 전 영역에 ICT 비타민을 접목하고 창의적인 활용을 촉진하는 방향으로 추진하고자 2013년 12월 국가정보화기본계획을 그림 2.2.5와 같이 수립하였다.

새로운 국가정보화는 신기술 선도투자 및 규제 개선 등으로 ICT 산업 수요를 창출하고, 비즈니스 생태계 혁신과 기업의 창조역량 강화로 창조경제를 견인, 정보화를 통해 적은 비용으로 과학적이고 효과적으로 국가사회 현안을 해결하고, 인간 중심의 안전하고 편리한 생활 보장, 국민의 ICT 활용역량 강화와 디지털 격차 해소로 ICT와 상상력·창의력의 결합이 창의적 자산으로 이어질 수 있는 사회 구현, ICT를 통한 국가사회 혁신을 뒷받침하는 핵심적인 인프라로서

네트워크 및 국가정보자원체계의 지속적인 고도화를 지원하게 된다.

‘국가사회의 창의적 ICT 활용’ 전략에 속하는 ’지속가능한 新SOC 지능화‘ 과제 중에 ’첨단도시환경 및 교통·물류체계를 지능화하고, 자원순환형 사회기반 조성, 국가자연자원의 통합관리 등으로 지속가능한 국토환경 조성‘하는 과제가 본 사업의 목표와 그 지향점이 일치하는 과제이다.

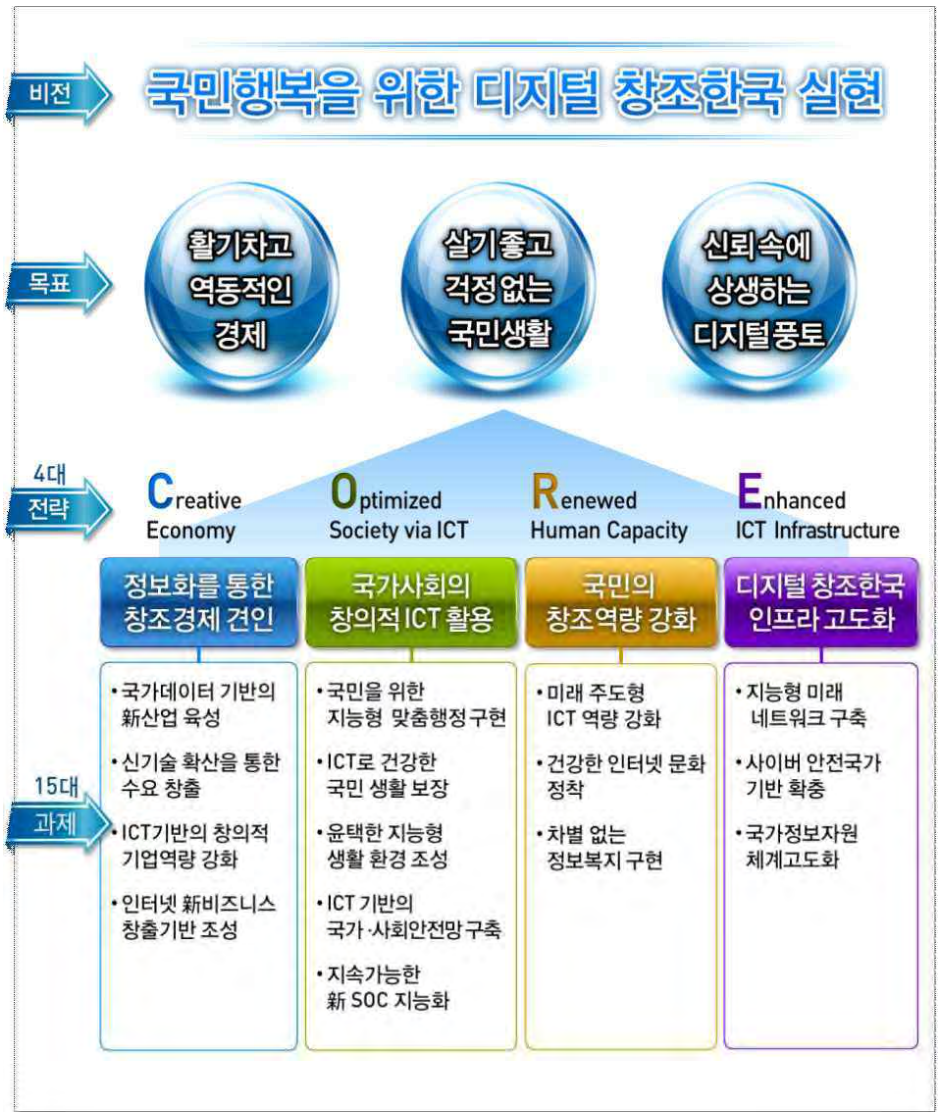


그림 2.2.5 국가정보화 비전 및 전략

□ 국가정보화 기본계획 4대 전략별 주요 추진사업

표 2.2.6은 국가정보화 기본계획 4대 전략별 주요 추진사업을 정리한 것이다.

표 2.2.6 국가정보화 기본계획 4대 전략별 주요 추진사업

4대 전략	개요	주요 사업 내용
정보화를 통한 창조경제 견인	'국가데이터 기반 新산업 육성', '신기술 확산을 통한 수요 창출', '창의적 기업역량 강화', '인터넷 新비즈니스 창출기반 조성'을 위해 132개 11,236억 사업 추진	o 특허·의료·공간정보 등 분야별 DB 구축·연계 확대와 데이터 공개·활용기반 고도화, 데이터 기반 비즈니스 활성화로 데이터 산업 육성 o ICT 신기술 확산 및 융복합 촉진을 위한 시범사업 추진, ICT R&D 확대로 ICT 산업 수요 창출 o 중소상공인의 ICT 활용 지원 등 성장기반 조성, SW기업 육성 및 해외진출 지원 등 기업 역량 강화 o 차세대 인터넷 비즈니스 경쟁력 강화, 자유이용 저작물 창조자원화 등 인터넷 新비즈니스 창출기반 조성
국가사회의 창의적 ICT 활용	'지능형 맞춤 행정 구현', '건강한 국민생활 보장', '윤택한 생활환경 조성', '국가·사회 안전망 구축', '지속가능한 新SOC 지능화'를 위해 498개 18,470억 사업 추진	o 수요자 유형별 맞춤 행정과 투명한 행정을 위한 민원·지방행정·국세 등 행정시스템을 고도화하고, ICT 기반의 국민참여 및 부처간 협업환경 조성 o 사회복지통합망, 고용안전전산망 구축·고도화 등 복지서비스를 효율화하고, 식의약품 안전정보체계 고도화 등으로 건강한 국민생활 보장 o 도서관정보시스템, 맞춤형 문화정보서비스체계 구축 등을 통한 윤택한 생활환경 조성 o 범죄예방 통합정보시스템 등 민생치안을 강화하고, 위험기상 등 선진예보, 지하시설물 통합관리 등 데이터 기반 국가재난재해대응체계 고도화 o 첨단도시환경 및 교통·물류체계를 지능화하고, 자원순환형 사회 기반 조성, 국가자연자원의 통합관리 등으로 지속가능한 국토환경 조성
국민의 창조역량 강화	'ICT 역량 강화', '건강한 인터넷문화 정착', '차별 없는 정보복지 구현'을 위해 66개 2,782억 사업 추진	o 디지털 교과서 개발, 온라인 평생학습전달체계 구축 등 디지털 교육환경을 확립하는 한편, 정보통신기술·융합 인력 양성 및 창조경제타운 운영을 통해 창의성이 발휘되는 문화 확산 o 인터넷중독·사이버폭력 등 역기능 해소 및 바람직한 인터넷 이용환경을 조성하고, 디지털격차 해소로 차별 없는 정보복지 구현
디지털 창조한국 인프라 고도화	'지능형 미래 네트워크 구축', '사이버 안전국가 기반 확충', '국가정보자원체계 고도화'를 위해 90개 6,916억 사업 추진	o Giga인터넷망 전국 확산 및 공공Wifi망 구축 확대, 주파수자원 재배치 등 미래 네트워크에 지속 투자 o 사이버보안 위협예방, 민간 보안수준 제고 등 정보보호 역량을 강화하고, 화이트해커 양성 등 보안산업 육성 o 범정부전산장비 통합구축, G-클라우드 센터 구축 등 국가정보자원체계 고도화에 기여

1.1.4 사업추진 부처의 관할 업무 적정성

국토교통부는 도로의 건설, 유지보수, 제반기준제정, 운용 등 도로전반의 정책과 실행을 총괄하고 있다. 도로부분에 BIM을 도입하기 위한 기술개발 투자는 국토교통부 관할이 되어야 함이 명백하다.

1.2 사회 · 경제적 필요성

1.2.1 국내·외 시장 및 산업동향 분석

가. 국내 건설시장 동향

한국건설산업연구원의 2014년 하반기 건설경기 전망 자료에 의하면 국내 건설수주는 지난 2012년 8월~2013년 9월까지 총 14개월 연속 감소해 외환위기 기간인 지난 1997년 11월～1999년 3월까지 17개월 감소 이후 최장기 감소세를 기록하였으나 2013년 10월에 전년 동월 대비 44.9% 반등하여 감소세를 마감하였다. 현재 2013년 12월부터 2014년 4월까지 총 5개월 증가하면서 견고한 회복세를 나타내고 있다. 그러나 이는 공공수주의 예산 조기집행, 2013년 말 공사발주의 연초 수주인식, 6월 지방선거 등의 영향으로, 건설수주의 회복세 지속여부는 민간수주의 향후 회복세에 따라 달라질 수 있다.

2014년 정부의 SOC 예산은 지난해보다 5.3%(1.3조원) 감소한 23.7조원으로 이는 지난 5년간 두 번째로 낮은 수준이며 특히 도로의 경우 전년 대비 7.6% 감소한 8조 4,695억원으로 가장 크게 감소하였다. 신규 사업 예산의 경우도 도로분야는 타 공종에 비하여 예산감소가 두드러졌는데 도로 신규 사업은 27건(347억원)에 그쳐 정부의 도로사업 예산은 완성공사 위주의 투자 방침임을 알 수 있다. 2014년 정부의 SOC 예산에서 신규 SOC사업의 예산이 축소 편성되면 향후 공공 토목사업 발주는 감소할 것이 명백하다.

나. 해외 건설시장 동향

Global Insight에 따르면, 2014년 세계건설시장은 4.6% 성장률을 보이며 약 9.6조 달러 규모에 이를 것으로 전망하고 있다. 이는 2%대 성장률을 보인 작년 한해에 비해 급등한 수치로 이러한 성장추세는 향후 5년간 연평균 4.3% 성장할 것으로 예측되며 2019년 세계건설시장 규모가 약 14.8조 달러로 확대될 것으로 예상하고 있다.

최근 해외 대형공사는 설계/시공 일괄입찰 방식으로 전환되고 있다. 설계단계에서의 사전 검증과 시공단계에서의 공정·자재·품질·안전관리가 가능한 BIM 관련 기술의 개발은 설계/시공 일괄입찰 방식에 최적화된 설계기법으로 토목분야에서 도입단계인 BIM관련 기술의 선점은 해외 건설 시장에서의 경쟁력 확보에 이바지할 것이다.

다. 건설-IT 시장 전망

2015년 세계 건설IT 융합 시장은 335조원에 이를 것으로 전망하고 있으며, 국내 건설 IT 융합시장의 규모는 2015년 60조원의 거대 시장으로 급성장할 것으로 예측하고 있다. IT산업은 우리나라의 국가경쟁력 제고를 위한 전략 산업으로 IT 기술의 건설분야 융합을 통해 새로운 고부가가치 시장 창출에 대한 성공가능성은 매우 높다고 할 수 있다. 최근 해외 건설사업 발주 시 사업비의 일정금액을 건설정보화 예산으로 사용하는 사례가 증가하고 있으며 글로벌 건설시장은 생산성 향상, 유지관리 및 에너지 절감, 친환경 기술, 안전성향상 등이 건설 경쟁력을 주도할 것으로 예상되며 경쟁력 확보를 위해 건설기술과 정보처리기술(IT)의 융합이 필수적이다.

1.2.2 고용 창출 기대효과

BIM기술 개발은 고부가가치 건설 시장의 창출을 통한 고용 확대 및 BIM 도로정보의 변환, 응용, 유지보수 등 다양한 전문분야에서의 정보활용 기회를 제공하며 이러한 정보의 확산은 관련분야 종사자의 고용 확대로 연결될 수 있다. 특히 엔지니어링 분야의 경우 자동차, 조선, 반도체 등 다른 직종에 비하여 높

은 취업유발계수를 갖는 분야로 국내 및 해외분야에서의 기술 경쟁력 확보는 보다 고도화된 기술 인력을 채용하는데 이바지 할 것으로 예상된다.

1.2.3 사회·경제적 파급효과

국제표준에 부합하는 BIM 소프트웨어 개발은 도로 건설 등 토목 건설 부문의 국제표준 규격을 선도하고 지리정보 및 설계정보의 통합 관리 운영으로 국가 중요 기반시설의 관리기능 향상과 활용성을 향상시킬 수 있다. 또한 철도, 하천, 항만 등 SOC 전반에 관련 기술 파급이 예상되며 이를 통한 현장 생산성 향상은 국가예산의 획기적 절감과 공공시설의 가치향상 및 국제 경쟁력 향상에도 이바지 할 것이다.

최근의 도로건설은 환경, 경관, 문화재, 지역주민 등 다양한 이해관계로 인해 분쟁이 지속적으로 발생하고 있다. BIM 설계 기술은 도로건설에 따른 다양한 이해관계에 미치는 영향을 시각화된 정량적 접근이 가능하게 하여 도로 건설에 대한 합리적인 공감대 형성이 가능해 진다. BIM을 포함한 건설분야에서의 IT 융합은 국가 경쟁력 및 국가 브랜드 가치 제고에 이바지할 것이다. 최근 도로의 계획 및 건설 시 환경, 경관, 문화재, 지역 주민 등과의 갈등으로 인하여 설계 및 공사 지연 사례가 빈번하게 발생하고 있다. 사회적 갈등으로 인한 도로계획의 변경 및 도로건설의 지연은 국가경제에 미치는 영향이 매우 크고 사회적 손실 비용 또한 큰 것이 현실이다. 따라서 도로의 계획단계에서 환경, 재해, 안전, 관원 및 민원 등 도로 건설에 따른 각종 영향 요인들을 분석하고 피해 정도에 대한 정량적 접근 및 시각화를 통한 위험·갈등 요소들의 해소가 가능한 BIM 기술의 도입이 절실하다.

가. 건설산업 투명성 제고

국내 건설산업은 입찰방식의 운찰제화, PQ의 변별력 미흡, 투명성 시비 등으로 실적 및 가격위주의 경쟁이 심화되고 잦은 설계변경으로 인한 공기 연장 및 개통 지연으로 인한 사회적 손실이 발생하고 있다.

BIM을 통한 설계 및 건설 전 과정에 대한 정보화는 설계과정에 대한 원활한 정보공유와 시공 각 단계의 효율적인 관리와 시행을 통하여 건설산업의 투명성

을 제고하고 건설산업의 경쟁력을 강화할 것이다. 또한 건설행정의 정보화로 효율성을 제고하고 공사 관련 실적관리로 현장의 각종 불법행위를 방지하고 건설산업정보의 상호 연계로 건설정보의 공동 활용 체계 구축도 가능하게 한다. 또한, 건설 수요자에게 정보를 공개하여 건설시장의 낙후된 구조와 부조리 관행의 개선도 기대된다.

시공단계에는 부적격업체의 적발과 불공정한 하도급에 대한 상시감시체계 구축뿐만 아니라 인적, 물적, 시간적으로 시공 전단계에 걸친 투명한 관리도 가능하다. 또한 시민단체 및 지역주민 등의 참여를 통한 감시 기능 강화, 건설공사 정보의 인터넷 연계 등으로 인하여 건설산업 전반에 걸친 투명성 제고에 기여할 것이다.

나. 국가 경쟁력 제고

1) 해외 진출

해외의 발주제도는 전통적인 DBB(Design-Bid-Build)방식에서 점차 DB(Design-Build), DBO(Design-Build-Operate) 방식으로 전환되고 있다. 설계시공일괄입찰방식은 3차원 정보모델을 도입하기 좋은 기회를 제공하며 해외 시장에서의 경쟁력 확보에 크게 기여할 것이다.

글로벌 건설시장은 생산성 향상, 유지관리 및 에너지 절감, 친환경 기술, 안전성향상 등이 건설 경쟁력을 주도할 것으로 예상되며 경쟁력학보를 위해 건설기술과 정보처리기술(IT)의 융합이 필수적이다. IT 산업은 우리나라의 국가경쟁력 제고를 위한 전략 산업으로, IT 기술의 건설분야 융합을 통해 새로운 고부가가치 시장 창출에 대한 성공 가능성이 매우 높으며 해외 진출 시 보다 다양한 사업으로의 진출이 가능할 것이다.

2) 글로벌 인재 양성

최근 각광받고 있는 발주 방식에 IPD가 있다. IPD(Integrated Project Delivery)는 기획, 설계, 시공, 유지관리단계가 분절되어 각 단계별로 다른 계약

자가 업무를 수행하는 전통적인 건설공사 수행방식에서 벗어나 프로젝트의 수행단계, 참여자의 구성, 프로젝트 운영방식을 총체적으로 통합하여 운영하는 발주방식으로 프로젝트 초기에 설계단계에 필요한 의사결정과 시공단계에 발생하는 설계오류나 변경의 문제를 협업을 통해 조기에 해결하는 것을 목적으로 한다. 이때 BIM은 이러한 협업 체계에서 유용한 정보공유의 수단임과 동시에 강력한 설계 수단이 된다.

BIM 도입은 관련 기술의 개발과 시스템의 구축을 위한 인재의 양성 외에 이러한 새로운 발주 방식에 적합한 인재를 개발하여 글로벌 시장에서의 경쟁력을 확보할 수 있다(그림 2.2.6).



그림 2.2.6 BIM 전문가 양성 방안

전 세계적으로 BIM의 수요가 증가하고 있으며 선진국과의 기술격차도 83.3% 수준으로, 일반 건설기술의 수준 77%에 비하여 높아 관련 분야의 기술 인력의 확보는 해외 건설시장에서의 경쟁력을 갖출 수 있으며 보다 고부가가치사업으로의 진출에 유리할 것이다.

1.3 기술적 필요성

1.3.1 국내외 기술개발 동향 분석

국내외 기술개발 동향 분석은 '1장의 논문, 특허, 표준 자료' 참고

1.3.2 기술적 파급효과

가. 관련 기술분야 연구개발 현황

2012년부터 한국건설기술연구원은 도로건설사업의 BIM/GIS 연계를 위한 시스템 기획연구와 지능형 친환경 교량의 BIM 기술개발 기획과제 등을 수행 하고 있다. 이를 통해 BIM 데이터가 BIM 기반 시스템의 하드웨어 특성에 관계없이 공유될 수 있도록 발주 가이드, 검수 및 검증 체계 등의 기반을 조성할 예정이다. BIM 관련 주요 연구 현황은 표 2.2.7과 같다.

표 2.2.7 BIM 관련 주요 연구 현황

과제명	수행기관	수행기간	비고
건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 BIM 기술환경 구축	경희대학교 산학협력단	2013~	국가R&D사업
개방형 BIM 기반의 건축물 설계표준 및 인프라 구축	빌딩스마트 협회	2013~	국가R&D사업
실감형 실내외 3차원 공간정보 구축 기술 개발	한국건설기술연구원	2011~	국가R&D사업
BIM 기반 유지관리 정보 모델링 지침 개발	한국건설기술연구원	2009~2014	국가R&D사업
클라우드 컴퓨팅을 활용한 3차원 시설물 정보(BIM)의 서비스형 소프트웨어 응용기술 개발	한국건설기술연구원	2012	기관고유 주요사업
Infra BIM 정보모델 표준 및 검증기술 개발	한국건설기술연구원	2012	기관고유 주요사업
BIM/GIS 상호운용 개방형 플랫폼 개발	한국건설기술연구원	2012	기관고유 주요사업
BIM/GIS 플랫폼 기반 건설공간정보 통합운영 기술개발(ICT)	한국건설기술연구원	2012	기관고유 주요사업
글로벌 건설IT 산업생태계 조성을 위한 개방형 BIM 통합 솔루션 개발	한국건설기술연구원	2011~	국가R&D사업

나. 기술 경쟁력 확보 가능성

현재 BIM 관련 프로그램은 특정 외산 소프트웨어 중심의 응용개발이 주류를 이뤄 호환성에는 여전히 한계가 존재한다. 국내 일부 소프트웨어 개발사 중 건설IT융합 관련 소프트웨어 업체들의 주도로 특정 외산 BIM 소프트웨어가 유통되거나 이를 활용한 3rd-party 소프트웨어 개발로 Add-on 형식의 응용 어플리케이션들이 시장에 출시되고 있다. 현재 BIM이 활성화된 외국에 비해 국내 소프트웨어의 개발은 미미한 상태이다. 기존의 BIM 소프트웨어의 경우 IFC의 활성화 이전 데이터스키마(Data Schema)로 구성되어 있어 IFC 데이터 호환성에 한계가 있으며 BIM 데이터 활용 기술 부분은 아직까지 원천적 설계기술개발이 국제적으로 시도되고 있는 상황이다. 특히, 품질관리 측면에서는 일부 외산 소프트웨어가 개발되었으나 국내 중소기업 컨소시엄을 통한 국내 기술개발 가능성도 여전히 높다.

다. 연관 기술 개발을 통한 기술적 파급효과

BIM과 같은 건설IT융합 시장에서 설계 분야 등의 국내 원천 및 응용기술 보유 수준은 선진국 대비 상대적으로 매우 낙후한 실정으로 우리나라는 2010년 현재 건설IT융합 분야 세계시장 점유율의 2.2% 수준(미국 41.8%, 영국 14.5%)에 그치고 있다. 현재 도로분야를 포함한 토목 BIM 소프트웨어 시장은 AEC (Architecture, Engineering, Construction) 소프트웨어 시장(90%)과 같이 대부분 특정 외산 소프트웨어가 장악하고 있다(ETRI 2008). 2012년 세계 건설IT융합시장 규모는 약 300조 원, 국내 시장은 약 7조 원 규모에 이르며(KIET 2010) 향후 계속적으로 성장할 것으로 전망하고(벤처기업협회 2009) 있다. 도로 BIM 기술은 IPD(Intergrated Project Delivery), 공간정보 기반의 소셜 서비스 플랫폼 구축, 스마트 건설시공/모듈화 시공, BIM기반 스마트 유지관리기술, u-City건설 등과의 기술 파급효과를 기대한다.

1.3.3 국내·외 유사사업 추진사례

가. 국내 사례

정부는 세종시 등 대규모 국책건설 및 토목산업에 BIM 기법의 적용을 추진하고 있으며, 세종시 국립도서관 등 주요 건축물에 대한 BIM 설계를 실시하고 있다(표 2.2.8 참조). 국내 건설업계는 점차적으로 BIM 설계를 확대하고 있으며 삼성중공업 건설사업부의 '호림박물관', 두산건설의 초고층 대형 주상복합 '두산위브 더 제니스'(주상복합용도 중 아시아 최대인 80층 규모) 등이 대표적 사례이다. 롯데건설은 잠실 제2롯데월드 및 부산 롯데월드 건설에 BIM을 적용할 예정인데 이를 위해 롯데건설은 지난 4월 초고층 국제심포지엄에 참가해 초대형 대각가새(Diagrid) 구조설계 및 3D 시공기술을 발표하였다. 대림산업은 올 하반기에 '뚝섬 한숲 e-편한 세상'과 '파주 통일동산 레저타운' 시공에 BIM을 시범적으로 접목할 예정이다. 그러나, 이러한 국내 건설업계의 발 빠른 대응을 BIM 관련 국내원천기술의 급성장으로 평가하기에는 현실적인 당면과제가 산적한 상황이다.

표 2.2.8 BIM 관련 국내 공공기관 발주 현황

발주처	프로젝트	시기	수주社	비고
주공	양주 회천지구 A-1BL	'08. 07	BIM 벤더社	단위세대 7개
주공	파주 운정지구 A4BL	'09. 07	삼우, 토문	현상설계 지침
국방부	OO 지휘본부	'08. 08	희림, 1409	설계지침서 반영
조달청	용인시민체육공원	'09. 04	대림, 정림	턴키
행복청	행복도시 복합커뮤니티	'08. 12	BIM 벤더社	BIM 최소화
서울시	동대문 역사문화공원	'09. 04	삼우, 삼성	비정형 디자인
서울대병원	지하 복합 진료공간	'09. 09	GS건설, 희림	BTL
전력거래소	본사 사옥 지방이전	'10. 04	희림	설계공모
조달청	디지털방송컨텐츠지원센터	'11. 02	대우건설, 건원	설계공모

나. 국외 사례

최근 초고유가 시대가 도래함에 따라, 엄청난 에너지가 소모되는 빌딩 건설과 유지 부문에서 BIM 적용에 대한 요구가 증가하고 있으며, 미국 에너지국은 빌딩 건설과 유지에 미국 전체 전기의 65.2%가 소모되고, 탄소 배출량의 60%가 건축 환경에서 발생한다고 추정하였다. 미국은 이러한 에너지 소모를 개선하기 위해 4년 전부터 모든 공공발주를 BIM으로 진행하고 있으며, 유럽과 노르웨이도 모든 건설 도면이 BIM으로 이루어지고 있다. AIA(American Institute of Architects)의 2006년 자료에 따르면 미국 내 대형설계사무소(100인 이상 사업장)의 80%가 BIM을 보유하고 있고, 이들 업체가 수주하는 프로젝트의 50% 이상이 BIM으로 설계되고 있다. 두바이 오션하이츠(82층, 310m), 프리덤타워(108층, 541m), 베이징올림픽 수영경기장 워터큐브 등이 BIM 적용의 대표적 사례이다. 최근 허리케인(카트리나) 발생으로 초토화된 미국 뉴올리언스 지역의 고밀도 주택혼합 프로젝트와 환경개선사업에도 BIM을 적용하였다. 표 2.2.9는 해외 BIM적용 사례를 정리한 것이다.

표 2.2.9 해외 프로젝트 BIM 적용 사례

<table>
<tr><th>국가</th><th>미국</th><th>핀란드</th><th>덴마크</th><th>오스트레일리아</th></tr>
<tr><td rowspan="6">적용사례</td><td rowspan="6">· 모든 공공발주에 BIM 적용
· National BIM Standard(NBIMS) 제정
· COBIE(Construction to Operations Building Information Exchange) 프로젝트
· OGC(Open Geographical Consortium)
· ICC(International Code Council): SMARTcodes 제정
· 뉴욕, ‘프리덤 타워’
· 뉴올리언스 지역, ‘고밀도 주택혼합 프로젝트’
· 미국 제너럴 모터스(GM), 플린트·글로벌 V6 엔진 공장 확장 공사
· 지역별로 BIM 전문가 모임 결성 활동</td><td>· 2007년 BIM Requirements 제정
· IFC 제출 의무화
· VTT 위주 개방형 BIM 프로젝트
· HUT600 프로젝트</td><td>· BIM(IFC-BIM) 기반 3D CAD-Manual 2006 개발
· IFC 포맷 납품 요구</td><td rowspan="3">· National BIM Guidelines and Case Studies
· IFC 중립 포맷 사용: 설계 전 과정에서 BIM 데이터 교환방법 제공
· CAFM(Computer Aided Facility Management) 분야에 적용
· 멜번 유레카 타워(Eureka Tower)</td></tr>
<tr><th>영국</th><th>독일</th></tr>
<tr><td>· 런던 시청 신축</td><td>· 뮌헨, 알리안츠 아레나 경기장 신축</td></tr>
<tr><th>노르웨이</th><th>중국</th><th>일본</th></tr>
<tr><td>· 트롬스 대학(HITOS) 프로젝트</td><td rowspan="2">· IFC(ISO/PAS 16739) 디자인 협업을 위한 표준으로 채택
· 5년 이내 IFC-BIM을 건설표준으로 채택
· ‘우한 블루스카이 프로토타입 프로젝트’
· 베이징 올림픽수영경기장(Water Cube)</td><td rowspan="2">· JACIC(Japan Construction Information Center) 주도의 해외 건설 프로젝트
· BIM S/W의 일본 시장 적용방안 연구</td></tr>
<tr><th>싱가포르</th></tr>
<tr><td>· CORENET(Construction and Real Estate Network) e-Plan hecker 개발</td></tr>
</table>

1.3.4 기술개발 타당성

가. 외산의존시의 문제

아직 토목(도로)분야에서 BIM을 적용할 수 있는 BIM 소프트웨어는 개발된 것이 없다 해도 과언이 아니다. 표 2.2.10과 같이 각 소프트웨어들이 일부 BIM의 기능을 가지고는 있으나, 주로 건축용에 한정되어 있으며, 토목용으로는 적용 가능한 소프트웨어들이 거의 없는 실정이다.

표 2.2.10 건축·토목용 BIM 소프트웨어 비교

제조사	S/W 명	용도	특 징							기타
			건축 설계	토목 구조물설계	도로 선형 설계	토공 설계	간섭 검토	시뮬레이션	최적 설계	
AutoDesk (미국)	Revit	건축	○	△	×	×	○	○	×	
	Civil 3D	토목(도로)	×	△	○	○	×	○	×	
	Infra works	토목	×	△	○	○	×	○	△	일부 선형최적화 가능
	Navis works	4D CAD	○	×	×	×	○	○	×	
Nemetschek (독일)	Archi CAD	건축	○	△	×	×	×	×	×	
	All Plan	건축	○	△	×	×	×	×	×	
Bentley (미국)	GEOPAK	토목	×	×	○	○	×	○	×	
	Navigator	4D CAD	×	×	×	×	○	○	×	
	InRoad		×	×	○	○	×	○	×	

현재 시공업체에서 활용하는 BIM 소프트웨어나 시범사업으로 적용하는 것은 BIM 소프트웨어를 활용한다기보다는 거꾸로 기존 소프트웨어를 사용하여 BIM처럼 보이게 하는 수준이다. 따라서 이로 인한 오버헤드가 과도하게 소요되며, BIM의 효과가 퇴색되는 것이 사실이다.

BIM 소프트웨어를 외산에 의존하다보면 갈수록 외국기술에의 종속이 심화될 수밖에 없다. 현재 외국 유명 도로설계 소프트웨어 들이 국내시장에 발을 못 붙이는 것은 국산 소프트웨어가 기술적으로 뛰어날 뿐만 아니라 사용자에 대한 기술지원이 원활하기 때문이라고 볼 수 있다. 그러나 BIM 소프트웨어를 외국산을 쓸 경우 국내업체의 기술개발 여지는 사라지고, BIM 소프트웨어의 특성상 전적으로 외국산 BIM 소프트웨어에 의존 하는 수밖에 없게 된다.

또한 외산 BIM 소프트웨어에 사용하게 되면, 국내여건에 맞게 수정하여야 할 경우가 많은데 Customizing(Localization)하는 데에는 한계가 있다. 왜냐하면 외국벤더들이 우리나라만 보고 개발하는 것이 아니기 때문에 우리나라만을 위해 소프트웨어를 수정하는 데에는 한계가 있으므로 국내업체들이 외국산 BIM 소프트웨어를 활용하는데 어려움이 따를 것이며 이로 인해 BIM 환경으로 전환하는데 애로사항이 발생하여 실패할 확률이 클 것으로 사료된다.

BIM 소프트웨어의 특성상 통합소프트웨어로 갈 수 밖에 없는데, 현재 활발하게 사용되는 국산 응용소프트웨어들이 통합에서 제외될 것이 확실하여 설자리를 잃게 되고 도태될 수밖에 없게 되므로 - 외국사들은 자체개발소프트웨어를 통합하여 One-Stop 서비스로 가려고 하기 때문임 - 국내 건설관련 소프트웨어 개발 생태계 자체가 없어지게 되는 결과를 초래하게 될 것이다. 최선의 경우라도 국내 응용소프트웨어 개발사들이 외국 BIM 소프트웨어 개발사에 흡수•합병되는 것은 자명하다고 생각된다.

나. 세계기술수준 대비 국산 소프트웨어의 기술 수준

1) 응용소프트웨어

도로설계, 구조해석, 기초설계, 수문분석 등의 응용소프트웨어의 기술수준은 세계수준과 동등 또는 그 이상이라 해도 과언이 아니다.

2) CAD

CAD는 PC의 윈도우(운영체계) 처럼 설계 환경의 플랫폼 역할을 하는 소프트웨어라고 볼 수 있는데, 주로 도면을 작성하는 도구로 활용되고 있으며, 세계 도면표준이나 마찬가지라고 간주된다. 현재 CAD는 세계시장을 AutoDesk 와 Bently가 양분하고 있으며, 각사에서 수천명의 인력이 개발에 투입되어 있다. 즉, CAD 분야에는 수십년의 Know-How와 전문인력을 보유하고 있다고 볼 수 있다. 국내 건설분야 특히 토목분야는 90% 이상이 AutoDesk를 사용하여 도면 작성을 하고 있으며, AutoDesk 상에서 가동되는 다양한 응용 소프트웨어를 활용하여 업무를 수행하고 있는 실정이다.

우리나라의 CAD 소프트웨어 기술수준은 세계수준에 못 미치는 것이 사실이며, 우리가 CAD까지 개발하는 것은 시간이나 예산을 고려할 때 어려움이 많을 뿐더러 효율적이지 못하다고 볼 수 있다. 마치 한국형 윈도우를 개발하려다가 실패한 전례를 따를 가능성이 크기 때문이다. 그 보다는 외산 CAD를 플랫폼으로 사용하여 응용소프트웨어로서 BIM을 개발하는 것이 시간적으로나 예산상으로도 훨씬 타당성이 크다고 보인다.

다. CAD 기반 BIM 개발

1) CAD 기반 BIM 개발 지원환경

자체개발을 하게 된다면, CAD BIM 소프트에어의 플랫폼으로서 AutoDesk 나 Bentley사의 상용 CAD를 사용하여 일종의 3rd Party 개발이 상당부분 포함되는데, CAD 개발사에서 아래와 같은 자사 CAD 기반 응용소프트웨어 개발을 지원하기위한 라이브러리인 API(Application Programming Interface)와 SDK(Software Development Kit) 를 무료로 제공하고 있다.

AutoDesk: ObjectARX
Bentley: MicroStation SDK

세계의 수많은 개발사들이 이 API 를 이용하여 활발하게 CAD 기반 응용프로그램을 개발하고 있다(AutoDesk Partner Products & Services 참조). 이와 같이 개발된 대표적 도로설계프로그램으로는 아래와 같은 것들이 있다.

AutoDesk기반 : Eagle Point, Civil 3D, MX(MOSS)
Bentley 기반: InRoad, GEOPAK, MX(MOSS)

2) CAD API 활용의 장점

CAD API를 활용하게 되면 개발시 UI(User Interface)를 개발하는데 소요되는 시간을 획기적으로 줄일 수 있다. 이미 세계표준으로 인정되고 있는 CAD에서 가동되기 때문에 결과물을 사용자가 필요할 때 원하는 형식으로 곧바로 호환성 있게 도면화 할 수 있으며, BIM 소프트웨어의 바탕이 되는 소프트웨어 인 CAD 소프트웨어가 이미 세계적으로 검증되어 있는 것이므로 개발 실패의 위험이 현저히 줄게 된다.

CAD 소프트웨어가 BIM 소프트웨어의 바탕이 되고 기본이 되는 매우 중요한 요소이지만 그 역할은 응용소프트웨어의 우수성을 판별하는데 있어서는 미미하다. 왜냐하면 CAD는 윈도우처럼 사람이 살아가는데 없어서는 안되지만 누구나 누리고 있는 공기와 같기 때문이다. 실제로 응용소프트웨어의 우수성은 CAD 기반위에서 개발된 응용소프트웨어의 기능에 의해 판가름나게 된다. 마치 공기가 절대 필요하지만 같은 공기를 마시더라도 마시는 사람에 따라 그 사람의 삶이 달라지는 것과 같은 이치라고 볼 수 있다. CAD는 응용소프트웨어를 개발하는 데 있어 이와 같이 기본적인 역할만 하게 되는 것이다.

3) 플랫폼에 독립적인 개발

현재 CAD 소프트웨어가 크게 AutoDesk 와 Bently 로 양분되어 있는데 양쪽 다 쓸 수 있는 즉, Platform Independent 하게 개발하는 것이 중요하다. 세계적인 주요 소프트웨어들이 양쪽 CAD 에서 다 가동 가능하게 개발하여 출시되고

있다. 세계적인 도로설계 소프트웨어인 MX(MOSS)의 경우도 AutoDesk와 Bentley의 MicorStation 양쪽에서 모두 가동 가능하다.

그러기 위해서는 개발시에 BIM 소프트웨어를 순수 응용소프트웨어 부분과 UI 부분을 철저하게 분리하여 개발함으로써 CAD 벤더에 독립적인 BIM 소프트웨어를 개발할 수 있을 것이다. 그렇게 함으로써 향후 CAD 시장 판도 변화에 기민하게 대응할 수 있으며, 또 국산 CAD 소프트웨어가 개발되어 활용할 수 있게 된다면 쉽게 전이하여 국산 CAD에서도 가동될 수 있도록 할 수 있을 것이다.

라. 개발에 필요한 요소기술

BIM 소프트웨어는 그림 2.2.7의 개념도와 같은 기본 플랫폼 역할을 하는 CAD 와 응용프로그램개발에 필요한 핵심 알고리즘, 라이브러리 등이 어우러져 각각의 업무에 맞게 응용프로그램이 개발되게 된다. 개발된 BIM 소프트웨어는 발주처, 용역사, 시공사 등 그 역할에 맞게 활용될 것이며, 만들어진 성과품은 DB로 축적·관리되어 빅데이터로 구축될 것이다. 이렇게 축적된 빅데이터는 인프라시설물의 관리나, 분석 등에 매우 유용하게 활용될 것이다.

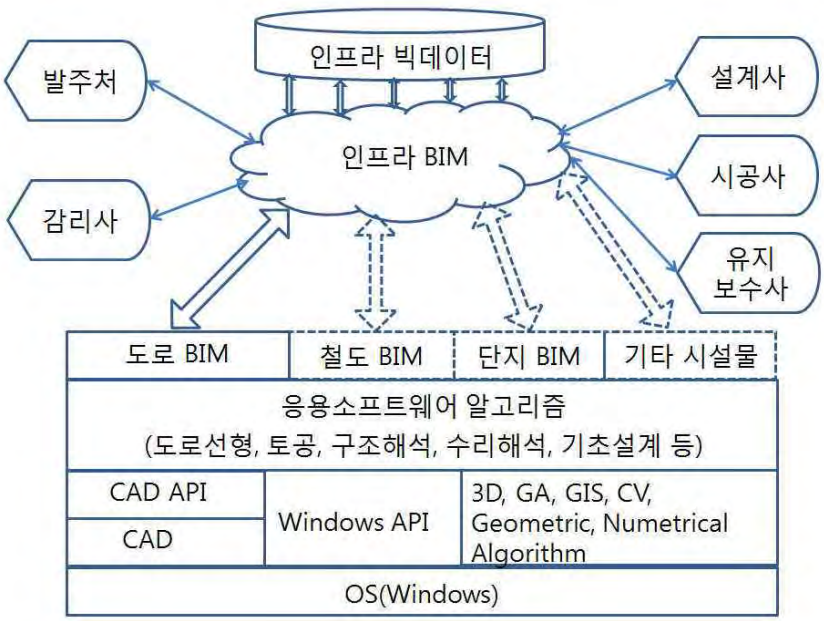


그림 2.2.7 BIM 소프트웨어 개발 개념도

1) 전산기술측면에서의 요소기술 및 도구

□ 도면작성 및 UI

상용 CAD(AutoDesk, Bentley)

□ 개발용 API

ObjectArx, MicroStation SDK를 사용할 수 있는데, CAD 개발사에서 적극적으로 지원하고 있으며, 개발자 커뮤니티도 활발하게 운영되고 있다.

□ 3차원 시뮬레이션

현재 3차원 그래픽을 지원하는 도구로는 DirectX 와 OpenGL 두가지가 있는데, 그 특징은 아래와 같다.

• DirectX - MicroSoft사의 게임 등 3차원 시뮬레이션개발용 SDK 인데, 처음 접근하기가 까다로우나 많은 게임개발사들이 사용하고 있다.

• OpenGL - SiliconGaphics 사에서 개발하였으며, DirectX와 같은 기능이나, 공개 소프트웨어 기반이고, 쉽게 접근가능하다는 것이 장점이다. DirectX와 시장을 양분하고 있다.

□ 개발언어

개발언어로는 Visual C++와 Visual Basic을 사용할 수 있다. 일반적으로 API가 지원하는 프로그래밍언어는 C++ 계통이 많으나, Basic 언어도 지원하고 있다. C++ 개발자는 개발인력이 소수이나, Basic 언어는 배우기 쉬어 용이하게 개발인력을 확보할 수 있다. 속도를 요구하는 모듈은 C++로 개발하고 그렇지 않은 경우는 Basic으로 개발한다면 쉽게 개발인력을 운영할 수 있을 것이다.

□ 핵심 알고리즘

BIM 소프트웨어 개발에는 많은 알고리즘들이 필요하게 되는데, 이러한 알고리즘들을 다 개발한다는 것은 가능하지 않을 뿐 아니라 비효율적이기도하다. 따라서 기 개발되어 널리 쓰여져서 검증된 알고리즘을 찾아 활용하는 것이 개발기간을 단축시킬 수 있으며 소프트웨어의 신뢰도를 보장할 수 있는 방법이다.

BIM 소프트웨어개발에 활용할 수 있는 주요 핵심 알고리즘은 아래와 같다.

• Geometric Algorithm

- 각종 기하학적 계산을 위해 필요한 알고리즘인데 공개된 소스코드들이 많이 있으며, 쉽게 찾아 볼수 있다.

• GIS Algorithm

- 공간정보분석을 위한 알고리즘으로 Open source GIS 에서 찾아볼 수 있으며 특히 GRASS(Geographical Resources Analysis Support Systems) 는 소스가 공개되어 있는 GIS 풀패키지로 유용하게 사용될 수 있다.

• Genetic Algorithm

- 최적화에 쓰이는 알고리즘으로 MIT에서 이를 GAlib이라는 라이브러리로 만들어 프리웨어로 공개하고있다.

• Computer Vision

- 이미지프로세싱, 3차원 비젼 등에 활용되는 알고리즘으로 인텔이 개발한 오픈소스 기반 라이브러리인 OpenCV를 사용할 수 있다.

• Numerical Algorithm

- 각종 수치해석을 위한 알고리즘으로 오픈소스기반 GNU scientific library를 사용 할 수 있다.

• 기타 3D 및 인공지능 알고리즘들은 Game Programming Gems, AI Game Programming Wisdom등의 게임프로그래밍 관련 문헌에서 쉽게 찾아 볼 수 있다.

(나) 응용기술측면에서의 요소기술

□ 도로선형 및 토공설계: RD, RP 등 국내 도로설계프로그램의 기술은 세계수준이라고 볼 수 있으며, 부분적으로는 세계수준을 능가한다고도 감히 말 할 수 있을 것이다.

□ 구조 및 기초 설계: Midas, Aroad 등의 구조설계 소프트웨어 기술력은 세계 최고수준에 도달했다고 볼 수 있다.

□ 3D 시뮬레이션: RD, RP 등의 소프트웨어로 설계한 도로의 3차원

가상주행 등의 시뮬레이션 등을 쉽게 구현할 수 있다.

□ 기타: 단가산출(EBS)

(다) 개발 인력 확보 측면

CAD 기반 소프트웨어개발 경험이 거의 20년 가까이 되므로 그 동안 국내에 개발가능한 기술인력도 그만큼 확보되었다고 볼 수 있다.

2.2.2. 결언

좀 늦은 감이 있지만, 건축에 이어 이제 토목분야도 BIM 적용의 필요성과 BIM 소프트웨어 개발에 대한 국제적 관심이 높아지고 있으며, 이에 따라 국제표준 제정을 위한 모임 등의 국제행사도 활발하게 열리고 있다. 다행히 우리나라가 국제표준제정에 활발하게 참여하고 그 영향력을 높여가고 있는 시점에 있다. 이 때에 국가가 BIM 소프트웨어개발을 지원한다면, BIM으로의 이행은 물론이고 BIM 소프트웨어 개발의 성공가능성이 지대하게 높아질 것이다.

개발에 필요한 제반기술들은 이미 확보되었다고 볼 수 있다. 탑 클라스의 국내 기술과 공개된 국제기술들을 잘 융합시키기만 하면 세계적인 BIM S/W 가 국내기술로 개발될 수 있을 것이다.

2. 기술개발의 시급성

2.1 사업추진의 시의 적절성

2.1.1 건설 기술 환경의 변화

2000년 이후 국내·외 건설 환경 및 기술 패러다임은 3차원 모델링을 활용한 BIM(Building Information Modeling)으로 전환되고 있다. 국내의 경우 건축부분에서 2012년부터 조달청 발주 500억원 이상의 공공공사에 BIM 설계를 의무화하였다. 국토부는 혁신도시 이전 공공기관 102곳의 청사 건축에 BIM 설계를 적용하였으며 2016년에는 건축공사 조달물량 전체에 대하여 BIM을 적용할 예정이다.

최근 건설 산업은 IT 기술의 효과적인 활용을 통해 기존의 전통적인 건설산업에서 고부가가치 지능형 건설산업으로 진화를 시도하고 있다. 국내 건설 산업도 IT 활용을 통해 업무의 효율을 얻고자 한 초기 정보화단계에서 점차 고부가가치 지능형 친환경적 건설-IT 융합의 고도화 방향으로 재편되고 있다. 정부는 정책적으로 IT 산업과 건설산업간의 동반자적 관계형성 기반을 제공하고 적극적인 IT 활용 및 융합을 유도하고 있으나, 아직까지 건설-IT 융합은 물리적인 단계의 결합에 머무르고 있다.

최근 해외 건설사업 발주 시 사업비의 일정금액을 건설정보화 예산으로 사용하는 사례가 증가하고 있으며 글로벌 건설시장은 생산성 향상, 유지관리 및 에너지 절감, 친환경 기술, 안전성향상 등이 건설 경쟁력을 주도할 것으로 예상되며 경쟁력 확보를 위해 건설기술과 정보처리기술(IT)의 융합은 필수적이다.

2.1.2 해외 건설시장에서의 경쟁력 확보

국내 건설기업의 해외 건설사업 수주액은 2008년 476억 달러 규모에서 2014년 상반기 수주액 375억 달러로 까지 증가하였으며 올해 수주액은 700억 달러를 달성 할 것으로 예상하고 있다. 그러나 해외 건설사업의 평균 세전 수익률은 5% 수준으로 철강, 일반기계, 조선, 반도체 등에 비하여 낮은 수익률 구조를 갖고 있다. 이는 타당성분석・기본설계 및 시스템 엔지니어링과 같은 고부가가치 시장을 외국기업이 독과점 형태로 차지하고 있기 때문이다. 현재 우리나라 건설기술 수준은 기획 및 타당성, 설계 부분에서 선진국 대비 60~70%의 수준으로 엔지니어링 부문에서의 기술력 격차 해소가 절실하다.

해외건설의 수익성 및 부가가치 창출의 관건은 설계와 시공이 일괄 발주되는 사업의 참여 확대를 통한 부가가치 창출에 있으나 국내 설계・엔지니어링업체의 글로벌 스탠다드와의 거리감, 시공과 설계의 분리된 생산활동 등으로 경쟁력 확보에 곤란함에 있다.

주요 건설사 CEO가 뽑은 해외수출 유망분야는 플랜트, 도로・교량, 철도・전철, 신도시・주택순으로 조사되었으며 기술 경쟁력을 가진 선진국과 가격 경쟁력을 가진 중국 사이에서의 시장의 우위를 점하기 위한 기술개발이 필요하다.

2.1.3 타 국가연구개발사업과의 연계

현재 한국산업기술평가관리원은 건축부문에 개방형 BIM 국제표준 데이터 포맷(IFC)을 완벽히 지원하는 BIM 통합솔루션 기술을 개발하고, 이를 활용한 개방형 BIM 생태계 조성을 견인할 BIM 데이터 저작도구(Model Builder)와 BIM 데이터 품질체크도구(Model Checker)가 융합된 국산 BIM 구현을 위한 통합 솔루션 및 소프트웨어를 개발하였다. 이 연구는 국내 CAD 사용자 니즈 수용, 공공 및 민간 기업을 위한 맞춤형 기술개발 등의 차별화된 포지셔닝 전략으로 시장 세분화 계획을 수립하고 특정 외산 소프트웨어 위주의 시장 집중도를 분산하며 국내산업 실정에 맞는 순수 국산 BIM 상용화기술 확보를 통해 건설산업뿐만 아니라 보안관제, 물류 등 유관 산업분야로의 활용 및 확산을 목표로 한다. 또한 buildingSMART 협회 국제인증 획득으로 해외수출 판로를 마련할 계획이다.

한국시설안전공단은 시설물 유지관리 분야에 BIM 기술을 도입하여 BIM 기반

스마트 유지관리기술의 마스터플랜을 수립하였고 BIM 기술 도입을 위한 표준화 방안 연구, 기존 FMS와의 연계방안 등을 마련하였다.

2.1.4 정부의 공간정보정책

정부는 공간을 기반으로 정보와 정보를 연결·융합하여 새로운 부가가치를 가진 지식을 창출할 수 있는 자원의 역할을 인식하고 2014년 국가공간정보정책 시행계획을 수립하였다. 시행계획에는 과년도 중앙부처와 지방자치단체의 공간정보사업의 사후평가를 통해 주요 성과와 파급효과를 확인하였고 부문별 종합평가를 통하여 개선사항을 도출하였다.

BIM을 활용한 도로설계기술 개발은 중앙부처의 공간정보사업과의 연계 시 공간정보의 중복방지와 정보의 호환성 확보 등 공유·연계로 인한 융복합 시너지 효과 창출이 가능하다.

2.2 국내 사업 여건의 성숙도

국내 BIM 소프트웨어 시장은 외산 소프트웨어에 94% 이상 잠식되어 기술종속현상이 심화되고 있어 이를 극복하기 위한 원천기술의 확보는 물론, 단기의 집중적인 투자/개발을 통해 건설IT융합 산업의 자생력을 배양해야 한다.

현재 시장을 주도하고 있는 개발사들(Autodesk, Graphisoft)은 고유의 정보저장 포맷을 사용하고 있는 상황이며 정보변환 과정에서 데이터의 유실이 발생하여 IFC 데이터에 저작된 정보를 온전히 담을 수 없는 근원적 문제를 안고 있다.

이러한 이유로 데이터 교환 시 정보의 유실을 방지할 목적으로 IFC 데이터 입출력 기능 외에 별도의 API를 활용하여 자사의 3rd-party 플러그인을 개발할 수 있는 환경을 조성하고 있으며, 이는 곧 BIM 시장에서 독점적인 지위를 확보하기 위한 것으로 판단된다.

전세계적인 BIM 소프트웨어 시장의 독과점 현상에 종속되지 않으려면 정보의 생산 및 공유의 측면에서 개방형 BIM 국제표준 데이터 포맷인 IFC를 완벽하게 지원할 수 있는 저작도구 및 활용 어플리케이션의 독자 개발 필요하다.

3. 국고지원의 적합성

3.1 국고지원의 당위성

3.1.1 공공시설의 관리적 측면

도로는 공공시설로 설계단계에서 시공단계까지 용역에 의해 대가를 지급하여 대리 시행하는 것으로 시설물은 물론 설계 및 시공 성과품 또한 최종적인 소유 및 운영은 국가의 몫이다.

BIM은 계획·설계·시공·유지관리 등 생애주기 전과정에 걸쳐 발생하는 정보를 관리함으로써 국가 중요 기간시설인 도로의 관리기능 향상과 국민의 이용 편의성을 향상시킨다. 따라서 국가기간시설인 도로의 관리주체인 정부가 정부용 설계도구 개발을 지원함이 타당하며 관련 기술의 개발 로드맵 등 관련계획 수립이 필요하다.

도로 설계와 관련한 BIM 소프트웨어는 각 공종간 협업을 위한 데이터의 연계가 필요하며 관련 소프트웨어의 개발 초기에 투자비용이 크고 민간 주도의 소프트웨어 개발은 ROI가 낮은 경우 적극적인 투자가 발생하기 어렵다. 또한 교량 등 일부 토목분야에 도입하여 사용되고 있는 외산 소프트웨어의 경우 프로그램간 상호 호환이 어려운 문제가 발생한다.

특히 민간 주도의 개별적 소프트웨어는 공공시장의 진입에 현실적으로 많은 어려움이 있으므로 국가가 지원하여 프로토타입 개발을 통한 가이드라인 구축 후 점증적 민간 개발을 유도하는 것이 효율적이다.

민간이 주도하는 건축분야와 달리 도로시설은 국가가 제공하는 공공서비스로서 한국형포장설계법 등 설계법, CALS 등 관련 ICT 응용을 선도하였으며, 모든 투자를 국가가 담당하였다. 따라서 BIM에 기반한 첨단 도로설계법은 국가, 엔지니어링사, 시공사 모두가 사용자인 도로분야의 종합 전산화로 국가 재정으로 지원함이 더욱 효과적일 것이다.

3.1.2 외산 S/W종속현상 극복, 건설IT융합 산업 자생력 배양

IFC 데이터의 정보교환 과정에서 발생하는 구조적인 문제 및 데이터 유실과

같은 현실적 문제를 해결하고, 기존 상업용 BIM 소프트웨어 기술 대비 향상된 성능의 국산 응용기술을 개발함으로써 급격하게 변모하는 건설-IT 시장의 기술 주권을 회복하며, 선진국 대비 약 60% 수준의 설계능력 수준에서 답보하고 있는 국내 건설산업의 첨단화를 도모하는 계기를 마련함이 절실하다.

3.2 국고지원의 효율성

도로 BIM의 분담 주체 간 협업체계 구성 시 활용 비율을 보면 설계사 20%, 시공사 30%, 관리 및 소유주체인 정부가 50% 이다. 결국, 정부가 가장 많은 비율을 사용할 것으로 판단된다.

도로 BIM은 민간 측에서 개발하기에는 건축분야와 달리 한국도로공사, 지방국토관리청, 지자체 등 발주 주체가 달라 민간업체의 부담이 있다. 또한 국가/세계표준 등과 맞물려 있어 시의 적절한 투자시기나 규모 등을 결정하기가 어렵다. 국가는 국가/세계표준 선도 및 선점을 위한 장기적인 방향 제시 및 체계적인 통합관리의 연속성 확보를 위한 콘트롤타워 역할을 수행하고 각 분야별로 민간의 전문회사가 국가가 지원하는 프로젝트에 컨소시엄으로 참여하여 공동개발하는 것이 성공 확률을 높일 수 있다.

4. 기존 기술 및 사업과의 차별성

4.1 BIM/GIS 기반 건설 공간정보 융합기술 개발

한국건설기술연구원은 2012년부터 2016년까지 BIM과 GIS 간의 서로 다른 데이터 스키마로 인해 발생하는 호환의 어려움을 해결하고 BIM과 GIS의 상호운용성을 지원하는 표준 및 플랫폼 개발을 목표로 연구를 수행하고 있다. 상세 연구 내용은 BIM/GIS 플랫폼 기반 건설공간정보 통합운영 기술 개발, BIM/GIS 상호운용 개방형 플랫폼 개발, Infra BIM/GIS 정보모델 표준 및 검증 기술 개발, BIM/GIS 플랫폼 기반 건설 프로젝트 관리기술 개발로 이루어져 있다. 본 연구를 통해 개발될 기술을 활용하여 SOC 건설사업의 각 단계에서 설계관리 및 공사관리, 현장관리 업무에 활용이 가능할 것이며, 공공발주기관은 Infra BIM 발주지침 활용으로 Infra BIM 자료 공유체계구축이 가능하게 되어 설계의 용이성 확보가 가능할 것이다. 그림 2.2.8은 본 과제의 기술개발 로드맵을 나타낸 것이다.

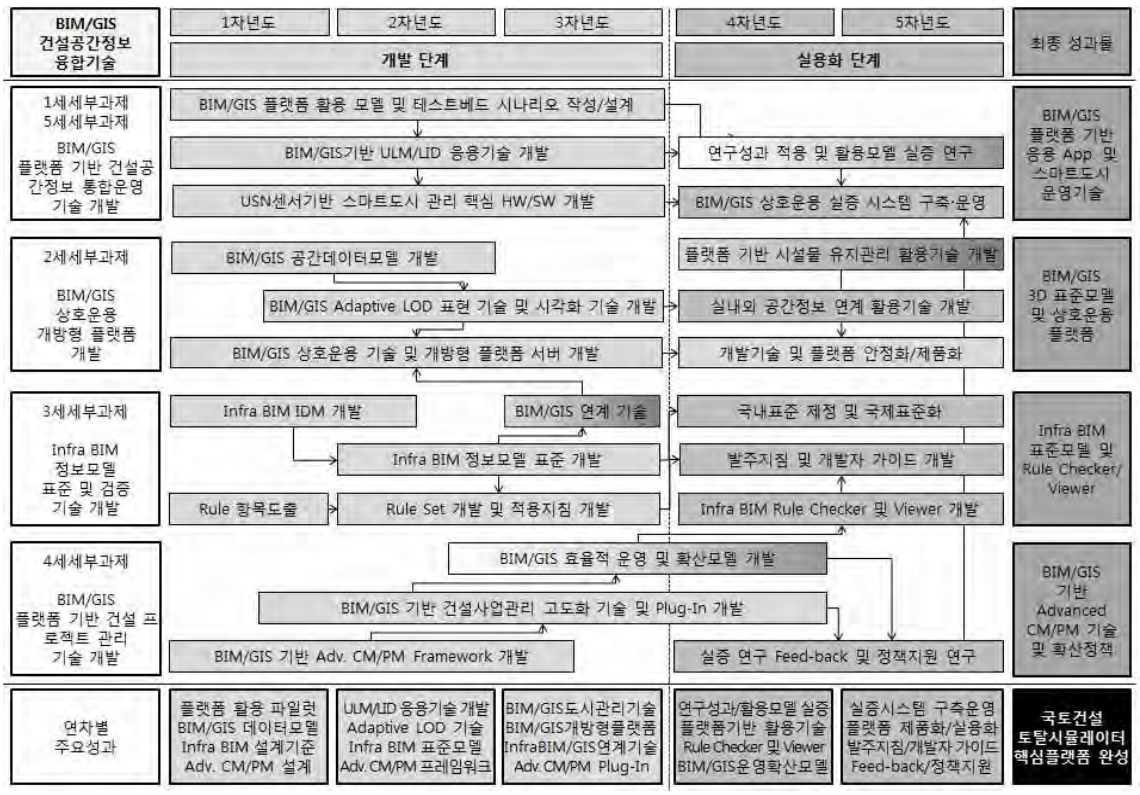


그림 2.2.8 BIM/GIS 기반 건설 공간정보 융합기술 개발 기술로드맵

4.2 플랜트 · 인프라 시설물 설계정보체계 및 건설시뮬레이터 개발 기획연구

한국건설기술연구원에서는 국토교통과학기술진흥원의 “플랜트·인프라 시설물 설계정보체계 및 건설시뮬레이터 개발 기획연구”를 통해 하천분야 인프라 BIM 플랫폼 구축을 위한 기획연구를 수행하고 있다. 기존 3차원 설계 환경의 변화에 대응하고 유지관리 데이터의 효율적 관리를 위하여 본 기획연구를 수행하고 있다. 그림 2.2.9는 본 과제의 기본계획 개요를 나타낸 것으로 연구의 추진 전략, 연구의 목표 및 주요 내용에 대하여 설명하고 있다.

본 연구 수행을 통하여 인프라시설(하천) 대상 BIM 표준 및 스마트 설계지원 프레임워크를 개발하고, 클라우드 기반 생애주기 BIM 데이터 통합 플랫폼 및 사업관리 서비스 모델을 개발하려 한다. 또한 인프라 BIM 기반 스마트 운영 유지관리 및 정보서비스 모델 개발을 통해 BIM 기반 유지관리 서비스를 제공하는 연구 기획을 수행하고 있다.

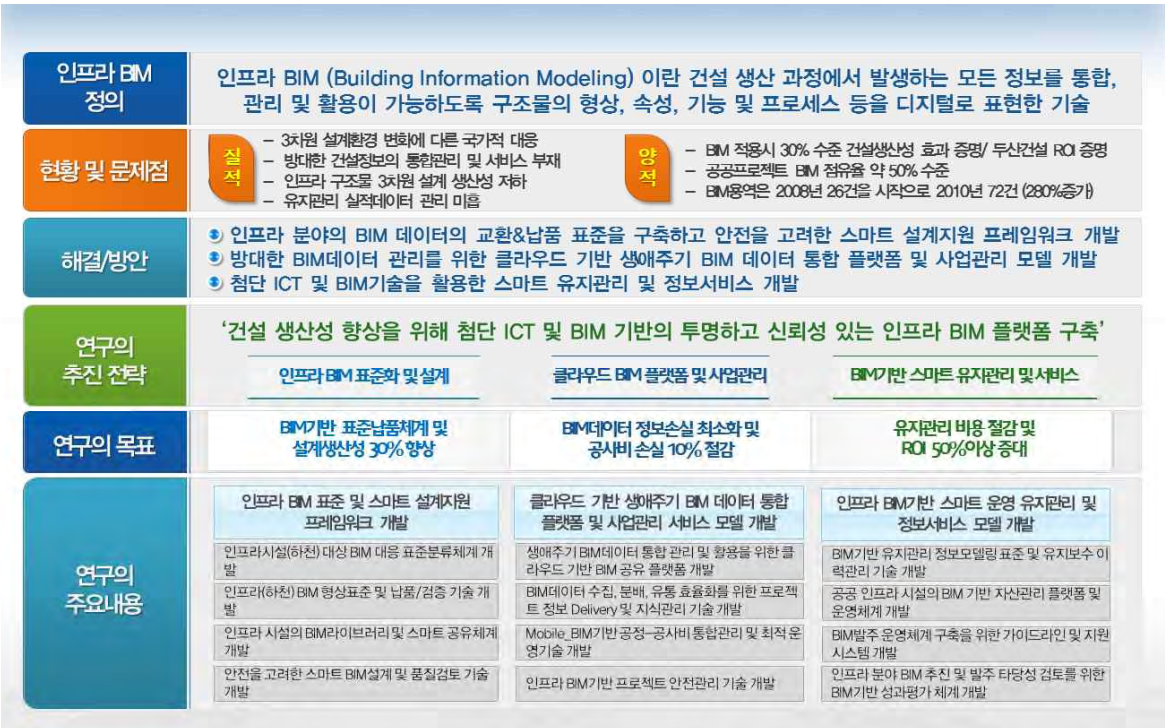


그림 2.2.9 플랜트·인프라 시설물 설계정보체계 및 건설시뮬레이터 개발 기획연구 개요

4.3 철도 BIM 마스터 플랜

한국철도기술연구원에서는 국토교통과학기술진흥원의 "철도인프라 생애주기 관리를 위한 차세대 표준기술 및 운영체계 개발 기획"과제를 수행하여 철도분야 BIM 마스터 플랜을 수립하였다. 본 과제는 철도인프라 생애주기 관리를 위한 차세대 표준기술 및 운영체계 개발 기획연구로, BIM기반 철도인프라의 생애주기에 걸쳐 관련 주체들간 정보 생성과 협업을 도모하고, 성능 향상, 비용 절감 및 일정 관리 등을 위한 표준화기술과 관련 운영체계 구축, 특히 첨단기술기반의 철도건설 및 운영/유지보수 효율화를 위해 BIM기반 철도인프라 표준운영체계 기술 발굴에 대한 기획이다. 그림 2.2.10은 본 마스터플랜의 수행체계와 비전을 나타낸 것이다.

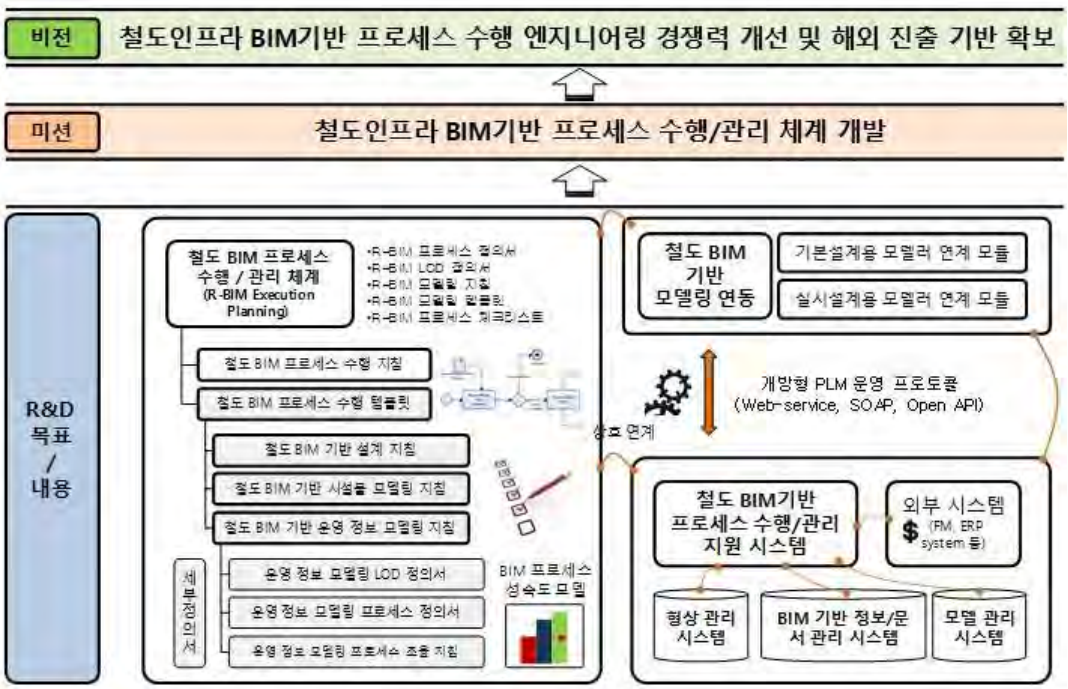


그림 2.2.10 철도인프라 BIM기반 실무 프로세스 및 수행체계 기술 비전과 내용

4.4 수자원공사 마스터 플랜

한국수자원공사에서는 공사의 건설기술성과 관리체계 개선 및 전사적 BIM 다차원 설계기법 도입 방안 마련을 목표로 “K-water 설계·시공기술 선진화 방안(BIM도입) 컨설팅”을 수행하였다. 한국수자원공사는 BIM추진을 위하여 “댐 설계·시공성과 자료의 Database 구축”, “Database 피드백 활용방안(GUI 개발)”, “발주자형 호환 플랫폼 개발”, “BIM 설계 객체정보 개발 및 라이브러리화”, 그리고 “제도, 지침, 교육 및 조직정비”를 하고자 방안을 마련하였다. 또한 BIM 도입의 실효성을 높이기 위해 사업 참여자와 협업할 수 있는 전문 조직을 구성하고자 하q였다. 그림 2.2.11은 수자원공사 BIM 마스터 플랜의 개요를 나타낸 것이다.

비 전	전사적 건설기술 지원체계 구축을 통한 K-water 국제적 마케팅 강화 및 해외사업 성장 동력 마련		
목 표	• K-water 건설기술성과 관리 체계 개선 • 전사적 BIM 다차원 설계기법 도입 방안 제시		
전 략	도입단계 (2013~2014년)	확장단계 (2015~2016년)	정착단계 (2017년 이후)
	댐 사업부문 先 적용	수도·녹색사업 확대 적용	전사적 건설기술 지원 체계 통합 및 정착
건설 기술 체계화	• 기존 댐과 건설중인 댐 설계·시공성과 D/B 및 Feedback 시스템 구축	• 수도·녹색 사업별 건설기술 D/B 구축 및 Feedback 시스템 확장·연계	• PLM(Product Life-cycle Management) 통합 관리 체계 구축 및 정착
선진 기술 도입	• BIM 댐 설계 객체 정보 개발 및 라이브러리화 • 발주자형 BIM 호환 플랫폼 개발	• 수도·녹색 사업별 BIM 라이브러리 추가 개발 • 발주자형 BIM 호환 플랫폼 확장	• 사업분야별 개방형 포맷 국내외 표준 규격 인증 추진 • 발주자형 BIM 호환 플랫폼 저작권 출현
조직 지침 교육 정비	• Pilot Project 수행 조직 구성 • BIM발주 및 설계·시공 지침 제정 • BIM 교육제도 정비	• 전사 BIM팀 구성 • 수도·녹색 사업별 BIM 지침 제정 • 실무 교육 제도 정비	• 물산업 전문가 조직의 확립 • 시설물 유지관리 지침 제정 • 글로벌 인재 양성 교육 제도 확립
수행 조직	• 댐 사업 관련 부서	• 수도·녹색 사업 부서	• 기술 관리 총괄 부서

그림 2.2.11 수자원공사 BIM 마스터 플랜 개요

4.5 한국도로공사 마스터 플랜

한국도로공사는 “ex-BIM 설계 표준모델 구축 연구용역”을 통하여 설계-시공-유지관리 단계별 BIM 도입 로드맵을 구축하고자 하였다. 급속하게 전환중인 국내외 건설 환경 및 기술 패러다임에 뒤처지지 않고 도로 분야 설계·시공·유지관리의 선진화 및 글로벌 시장 경쟁력 확보를 위해 단계별 BIM 도입 로드맵 구축을 수행하였다.

본 과업을 통하여 3D 모델링 적용공종, 설계-시공-유지관리 단계별 정보수준(LOD), 시공단계 공정관리를 위한 객체분할 기준, BIM 설계·시공·유지관리 표준 가이드라인을 도출하고자 하였으며 함양~울산 12공구, 대구순환고속도로 5공구에 BIM 시범설계를 통하여 BIM의 활용가능성에 대하여 검증하고자 하였다.

그림 2.2.12는 한국도로공사의 BIM기반 통합운영관리시스템 개념도를 나타낸 것이다.

ex-BIM(Expressway Building Information Modeling

3D 모델링을 통해 **고속도로**를 **설계**하고 이를 활용하여 **시공 및 유지관리단계**까지 시설물의 총 생애주기 동안 발생되는 **모든 정보**를 **관리**하는 **프로세스**



그림 2.2.12 한국도로공사의 BIM기반 통합운영관리시스템 개념도

4.6 공간정보 기반의 소셜서비스 플랫폼 구축

Social Platform에 의한 시장은 기존의 Business Model과는 전혀 다른 새로운 가치를 창출하는 시장으로 부각되고 있으며, 특히, 단말기의 스마트화로 Platform의 중요성이 더욱 부각되고 있으며 구글, 애플, MS 등이 경쟁적으로 Platform을 개발하여 국외에서는 Social Platform을 기반으로 여러 참여자가 공통된 사양이나 규칙에 따라 경제적 가치를 창출할 수 있는 Business Platform으로 발전하고 있다. 이에 따라 새롭게 형성되는 Social Platform을 위한 기술개발 및 공간정보 정책 활용을 위한 연구가 시급히 이루어져야 하며, 지적도를 비롯한 지적정보의 활용성을 높이기 위해서는 민간에 공간정보로서 서비스할 수 있어야 한다. 지적재조사 특별법에 따라 지적재조사가 시행되면 고품질의 다양한 지적정보가 구축되기 시작할 것이므로 이들 정보를 안전하고 효과적으로 서비스하기 위해서는 법적인 보완조치와 제도적인 뒷받침이 필요한 상황이다.

표 2.2.11은 공간정보 기반의 소셜 서비스 플랫폼 구축사업의 개요를 나타내며 표 2.1.12는 세부 과제 내용을 나타낸 것이다.

표 2.2.11 공간정보 기반의 소셜 서비스 플랫폼 구축사업의 개요

구분	내 용	비 고
주관연구기관	대한지적공사	
총 연구기간	2011년 12월 16일 ~ 2016년 06월 29일	
사업명	도시건축연구사업	
전문분야 부류	자연지리학,지리정보,지리정보	

표 2.2.12 공간정보 기반의 소셜 서비스 플랫폼 구축사업 세부 과제내용

과제명	연구 내용	세부 내용
공간정보 Social Platform 구축 및 활용에 한 연구	정부-산업-민간의 개방적 파트너쉽을 제공하는 공간정보 Social Platform 구축계획 수립 연구	-공간정보 Social Platform 아키텍쳐 설계 -공간정보 Social Platform 관련 공간정보 생산 및 유통 표준 수립 -공간정보 Social Platform 단계별 구축계획 수립 및 정책개발
	공간정보 Social Platform 운영계획 수립 연구	-공간정보 Social Platform 단계별 운영계획 수립 및 정책 개발 -공간정보 Social Platform 추진체계 구성 및 추진 방

		안 -VGI 기반 공간정보 Social Platform 운영 활성화 및 홍보 방안
	오픈소스 기반 공간정보 Social Platform 콘텐츠 및 서비스 기술 개발	-공간정보 Social Platform 제공 공간정보 콘텐츠 및 서비스 선정 -공간정보 Social Platform 활용 비즈니스 모델 개발 -공간정보 Social Platform 서비스 아키텍쳐 설계 및 시범 서비스 구현
디지털 지적도면정보 보호 및 활용에 관한 연구	지적정보 보호를 위한 법제도 제정 연구	-정보제공과 정보보호의 충돌관계 조정 -개인관련 지적정보의 이활용 허용과 한계범위 연구 -(가칭) 지적정보 보호법 제정안 마련 및 입법화
디지털 지적도면정보 보호 및 활용에 관한 연구	지적기반 공간정보의 대국민서비스 방안 연구	-국민밀착형 맞춤지적정보 서비스 방안 -부동산행정정보와 연계 및 활용방안 -도면정보 보호전략 수립 및 보안체계 구축
	국제표준에 부합하는 지적 선진인프라 구축 및 활용연구	-지적표준 정보시스템 설계 및 적용 -지적정보 교환 및 유통표준 전략 -지적표준 모델 개발
	모바일 기기를 이용한 지적도면정보 구축 및 관리 시스템 개발	-도면정보 생산/가공/관리의 시스템화 -모바일 측량 프로세스의 표준화 -지적도면정보 관리 모듈 개발

제3절 BIM 도입 시 공간정보와의 연계활용성 분석

현재 국내·외적으로 BIM 및 3차원 공간정보기술이 급속히 발전하고 있으며, 관련 소프트웨어 및 시뮬레이터 등 주변기술의 여건 또한 성숙단계에 접어들고 있다.특히, 터널과 교량 등 대형 토목 구조물을 아우르는 도로분야 관리를 위한 공간정보 기반의 자동화된 시스템 도입의 필요성이 대두되고 있다.

1. 도로분야 BIM에서 공간정보의 필요성 및 활용사례

1.1 도로 업무 단계별 활용 공간정보

1.1.1. 계획단계

그림 2.3.1은 일반 도로건설 사업 계획단계 추진 절차를 보여준다. 계획단계는 사업수행에 앞서 건설 프로세스에 사용될 공간정보를 확보하는 단계로 최적 부지선정을 위한 지형분석이 필요하다. 이를 위해 GPS 측량, LiDAR 측량, 항공사진측량 등을 통한 공간정보의 확보가 필수적이다. 또한, 획득된 공간정보를 기반으로 환경적 장애요소가 많은 지역을 피하고, 도로 노선 및 터널, 교량 등의 입지를 선정하는데 활용할 수 있다.



그림 2.3.1 일반 도로건설 사업 계획단계 추진 절차

도로계획 및 타당성조사 단계에는 기본구상에 의한 개략계획수립 및 교통수요 예측에 의한 개략 경제성분석이 이루어진다. 이 단계에서의 고정밀 위치기반 공간정보를 활용하면 도로건설 기본구상을 할 때, 입체적 분포를 고려할 수 있어 보다 더 정확하게 타당성을 조사하고 이에 따라 기본계획을 더욱 효과적으로 수립 할 수 있다.

1.1.2. 설계단계

도로설계는 기본설계와 실시설계로 구분할 수 있다. 기본설계 단계의 중요 업무는 도로의 최적노선 선정이라 할 수 있다.

표 2.3.1 도로노선 선정 시 고려요소에 따른 활용 공간정보

구분	고려요소	활용공간정보
기술적 측면	주요 경유지를 통과하되 기존 도로 노선과의 중복을 피함	도로주제도
	평면선형과 종단선형의 조화를 고려	3차원지형정보
	교차시설의 설치가 용이한 노선 선정	3차원지형정보
	적설이 많은 지역은 가능한 한 남향 노선을 택함	기상주제도
	가급적 연약지반은 피함	지질도
경제적 측면	공사비 및 유지보수비가 경제적으로 되도록 함	3차원지형정보
	공사비의 최소화로 경제적 편익이 최대가 되도록 함	산업분포도, 인구분포도
환경적 측면	도시계획구역의 저촉 여부 판단	도시계획도
	소부락 생활권의 피해여부 판단	인구분포도
	공동묘지, 공원묘지, 철탑 등의 저촉 판단 여부	일반도
	농경지 잠식 정도 판단	토지피복도, 토지이용도
	문화재, 천연기념물의 저촉 판단 여부	문화재분포도
	자연환경의 훼손 정도 판단	토지피복도
	민원 소지 여부 판단	기타

도로의 최적노선 선정은 제안된 노선대에서 교차로, 출입시설, 주요교량, 터널 등 주요 시설의 위치 및 형식에 대한 일반적인 조사와 대안을 비교 분석하고,

기술적, 경제적, 환경적 측면을 고려하여 선정하는데 이 단계에는 기 구축된 공간정보 주제도를 활용함으로써 정확하고 효율적인 최적노선 선정이 가능하다(표 2.3.1).

실시설계 단계는 기본설계단계에 결정된 모든 시설물의 위치, 형식, 규격, 재료 등에 대한 상세한 설계를 수행하는 단계이다. 실시설계 단계의 3차원 지형정보 활용은 실세계와 동일한 가상 지형공간에 도로노선 및 부대 시설물을 배치하여 검토할 수 있어 설계오류에 따른 시공단계의 설계변경을 최소화 하여 도로시공을 위한 효과적 설계를 가능케 한다.

1.1.3. 시공단계

도로시공단계는 현장에 상주하는 모든 조직이 시공도면 및 현장상황을 정확하게 이해하고 신속한 의사전달 및 협업을 통한 업무진행이 중요하다. 이를 위해 시공정보를 검토하고 분석하는 과정이 필요하다. 이때 가장 중요한 정보는 대상 구조물에 대한 3차원 설계정보와 지형정보이다(표 2.3.2).

3차원 시설물의 기본이 되는 3차원 지형정보는 측량데이터를 이용한 실제지형을 정확하게 반영하여 가상현장 구축을 가능케 한다(그림 2.3.2). 또한, 3차원 구조물과 지형정보가 결합된 BIM 모델은 구조물의 형상뿐만 아니라 주변 지형정보를 3차원으로 제공함으로써 공간계획 및 오류사항을 3차원 모델로부터 확인, 수정, 보완 등을 가능케 하고 시공 중에 발생하는 문제점을 사전에 차단하여 효율적인 공정관리에 활용할 수 있다.

표 2.3.2 도로 시공관련 고려요소 및 활용공간정보

구분	고려요소	활용공간정보
보상	토지보상	지적도, 부동산 주제도
시공관리	토공	3차원 지형정보, 도로주제도
	굴착	지질도, 토지피복도
	장비배치	3차원 지형정보
품질관리	공기관리	기상주제도
안전관리	사고관리	위성기반 GNSS 정보
	장비관리	RFID 기반 출입관리



그림 2.3.2 공간정보 Mapping을 이용한 가상현장 구축 및 토공, 구조물 배치

1.1.4. 유지관리 단계

시설물 유지관리의 개념은 그 자체의 성능이나 서비스수준의 유지를 목적으로 하는 소극적 개념의 범위가 점차 확대되어 현재는 공간관리, 자산관리, 부동산 관리, 재난 및 환경관리의 개념까지 포괄하는 광의의 개념으로 발전하고 있다.

따라서 한정된 공간에 입체적으로 분포하는 건축과 달리 넓은 지역에 선형적, 복합적으로 분포하는 도로의 경우 유지관리 및 자산관리에 있어 주변 공간정보 및 위치정보의 필요 범위는 더욱 더 광범위해진다. 정밀 위치정보 기반의 도로 이력데이터 관리, 토지이용도를 연계한 도로 주변환경관리, 산업분포도, 인구분포도 및 도시계획도 등이 도로 확장계획 수립 등에 효과적으로 활용될 수 있다. 표 2.3.3은 도로 시설물 유지관리 관련하여 활용되는 공간정보를 나타낸 것이다.

표 2.3.3 도로 시설물 유지관리 관련 활용 공간정보

구분	활용공간정보
각종 이력관리	위치기반 기본 주제도
손상상태관리	고정밀 GPS 기반 위치정보
조경관리	고정밀 위성영상
도장관리	고정밀 위성영상
확·포장계획 수립	토지이용도, 산업분포도, 인구분포도, 고정밀 위성영상

1.2 도로분야 BIM의 공간정보 활용 사례

1.2.1. 주민설명회 및 홍보에 활용

□ SR 143 Sky Harbor Interchange(미국, 아리조나주)

미국 아리조나주 SR 143 Sky Harbor Interchange 입체교차로 건설 시 공간정보와 연계하여 BIM 기술을 이용한 시각화로 경관과 하부 공간확보, 수량검토 등의 계획 주체들 간에 협업을 지원하고 주민설명회 등의 홍보에도 활용하였다. 그림 2.3.3은 입체교차로 구간 램프와 교량 하부통과 구간 확인 및 경관 시각화 장면을 보여준다.

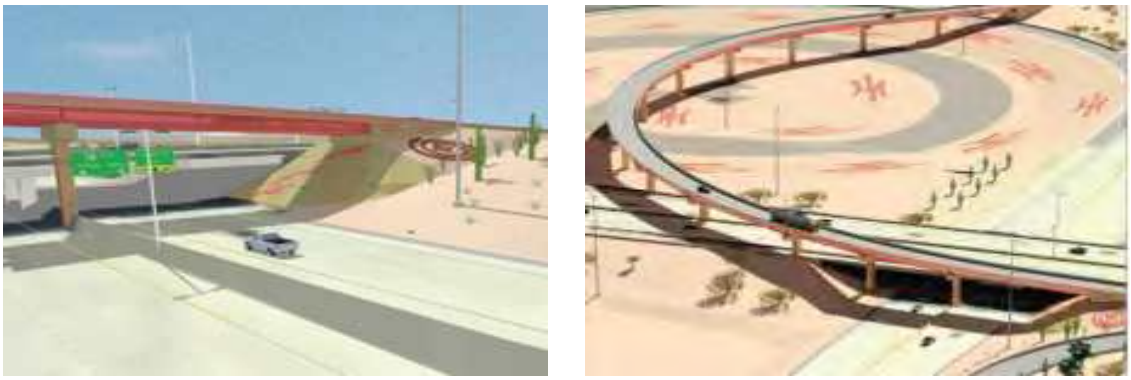


그림 2.3.3 입체교차로 구간 램프 및 교량 하부통과 구간 확인 및 경관 시각화 (SR 143 Sky Harbor Interchange, 아리조나주, 미국)

1.2.2. 토공 및 유동 최적화에 활용

□ SH18 Hobsonville Deviation(Auckland, 뉴질랜드)

뉴질랜드 Auckland SH18 Hobsonville Deviation에서 지형정보와 BIM 기술을 활용하여 도로계획 및 토공유동 최적화를 수행한 사례로 3차원 모델을 이용하여 설계변경 시 발생되는 새로운 토공량을 수 시간 내에 산출하여 획기적인 시간단축 효과를 보았으며, 주변 공간정보연계를 통한 토공물량 최적화 작업을 통해 절토량을 약 30만톤 줄일 수 있었다. 그림 2.3.4는 도로계획 및 토공유동 최적화 사례를 보여준다.

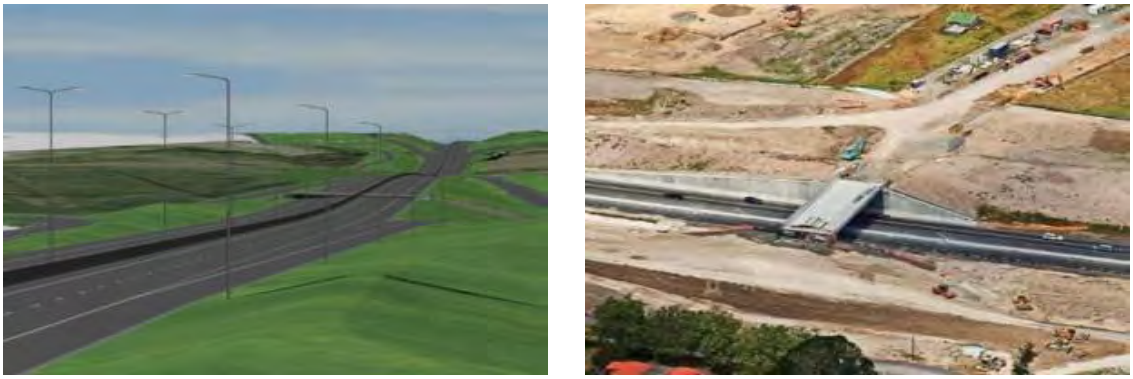


그림 2.3.4 도로계획 및 토공유동 최적화(SH18 Hobsonville Deviation, 뉴질랜드)

1.2.3. 경관검토에 활용

□ 쿠웨이트 수비아 해상도로

쿠웨이트 수비아 해상도로 건설 시 가상공간에서의 주행시뮬레이션 및 주변 지형과의 경관을 분석하기 위해 3차원 공간정보와 연계된 BIM 기술을 도입하였다(그림 2.3.5). 이는 실제 현장을 가상의 3차원 공간에 옮겨놓음으로써 계획단계의 도로, 교량 등의 토목구조물 자체에 대한 검토뿐만 아니라, 주변 지형정보와의 연계를 통한 이용자 측면에서 경관을 분석할 수 있다는 점에서 도로분야 BIM 도입의 효율적 활용 예시로 볼 수 있다.



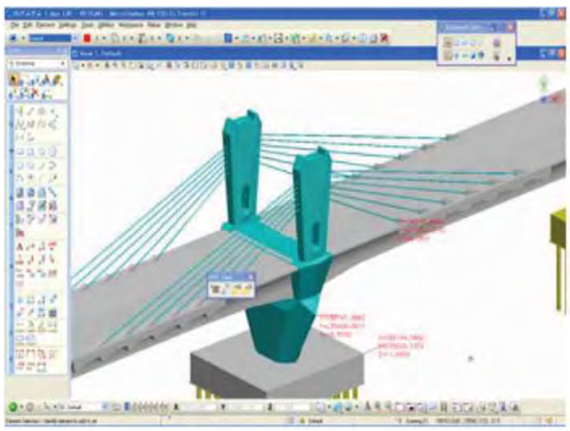
그림 2.3.5 3차원 공간정보 연계 가상현장 구축을 통한 경관분석
(쿠웨이트 수비야 해상도로)

1.2.4. 업무주체간 협업을 위한 활용

□ 호남고속철도 제4-2공구(쌍용건설, 한국)

쌍용건설은 호남고속철도 제4-2공구를 대상으로 일부 구간에 BIM기술을 도입하였다. 대상현장에 BIM기술을 활용하여 3차원 가상현장을 구축하고 각종 설계 및 물량정보를 활용하여 시공관리 관련 주체와 협업을 위한 정보로 활용하였다.

또한 구축된 대상 현장의 3차원 정보모델을 기반으로 좌표정보와 같은 레벨의 속성을 가진 3차원 지형정보를 활용하여 토공 및 구조물의 위치정보를 추출하여 시공확인 측량의 데이터로 활용하였으며(그림 2.3.6), 위치정보에 대한 정확성을 검증하기 위해 도면을 근거로 계산된 데이터와 BIM에서 발췌한 데이터를 비교하여 사용하였고, 그 차이는 약 1mm정도의 오차범위 내에 있음을 확인하였다.



위치		교량			기초		
		수계산	BIM(0720)	차이	수계산	BIM(0720)	차이
호남고속철도 제4-2공구	A1	117.573	117.5730	0.0000	111.490	111.4900	0.0000
	P1	118.057	118.0570	0.0002	107.057	107.0570	0.0002
	P2	118.537	118.5370	0.0002	107.537	107.5370	0.0002
	P3	118.744	118.7430	0.0006	110.444	110.4430	0.0006
	P4	119.257	119.2570	0.0002	111.957	111.9570	0.0002
	P5	119.797	119.7970	0.0002	111.997	111.9970	0.0002
	P6	120.337	120.3370	0.0002	111.037	111.0370	0.0002
	P7			0.0000	111.050	111.0500	0.0004
	P8	121.897	121.8970	0.0002	111.097	111.0970	0.0002
	P9	122.437	122.4370	0.0002	111.637	111.6370	0.0002
	P10	122.977	122.9770	0.0002	111.677	111.6770	0.0002
	P11	123.517	123.5170	0.0002	111.717	111.7170	0.0002
	P12	124.057	124.0570	0.0002	111.757	111.7570	0.0002
	P13	124.597	124.5970	0.0002	111.097	111.0970	0.0002
	P14	125.137	125.1370	0.0002	112.137	112.1370	0.0002
	P15	125.677	125.6770	0.0002	117.077	117.0770	0.0002
	P16	126.217	126.2170	0.0002	116.917	116.9170	0.0002
	P17	126.757	126.7570	0.0002	118.757	118.7570	0.0002
	P18	127.297	127.2970	0.0002	117.797	117.7970	0.0002

그림 2.3.6 시공확인측량 좌표 및 레벨 검토
(호남도속도철도 제4-2공구, 쌍용건설, 한국)

2. 국내외 공간정보 시장분석 및 산업동향

2.1 국내 공간정보 관련 시장

2.1.1. 국내 공간정보산업 시장의 특징

국내 공간정보산업 시장은 인프라 산업의 특성이 있어 공공시장이 많은 비중을 차지하며 민간기업이 영세한 구조를 지니고 있다. 그림 2.3.7과 같이 국내공간정보 산업의 주체별 점유율은 공공시장이 전체의 58.7%에 이르고 민간과 국민이 각각 32%, 8%에 지나지 않아 공공부문에 대한 의존도가 매우 높다. 또한, 정부주도의 지리정보 제작시장이 국내 공간정보산업 시장의 대부분을 차지한다.

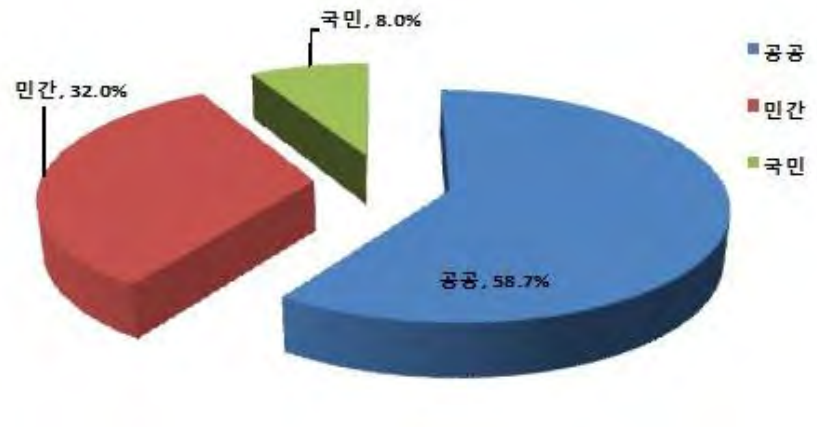


그림 2.3.7 국내 공간정보시장의 주체별 점유율

2.1.2. 국내 공간정보산업 시장규모 및 전망

국내 공간정보산업 시장은 '95년 450억원에서 '12년 말 11조원의 규모로 성장하였다. 또한 2014년 현재 국가에서 추진하는 공간정보사업은 총 385개로 예산은 2,946억원 규모이며, 2013년 대비 22억원(0.7%) 감소하였다. 2015년 국내 공간정보산업은 15조원 이상 규모로 성장할 것으로 예측되며, 국내 공간정보 산업의 종사자는 35만명 이상일 것으로 예상된다(국토교통부 2014b)(그림 2.3.8).

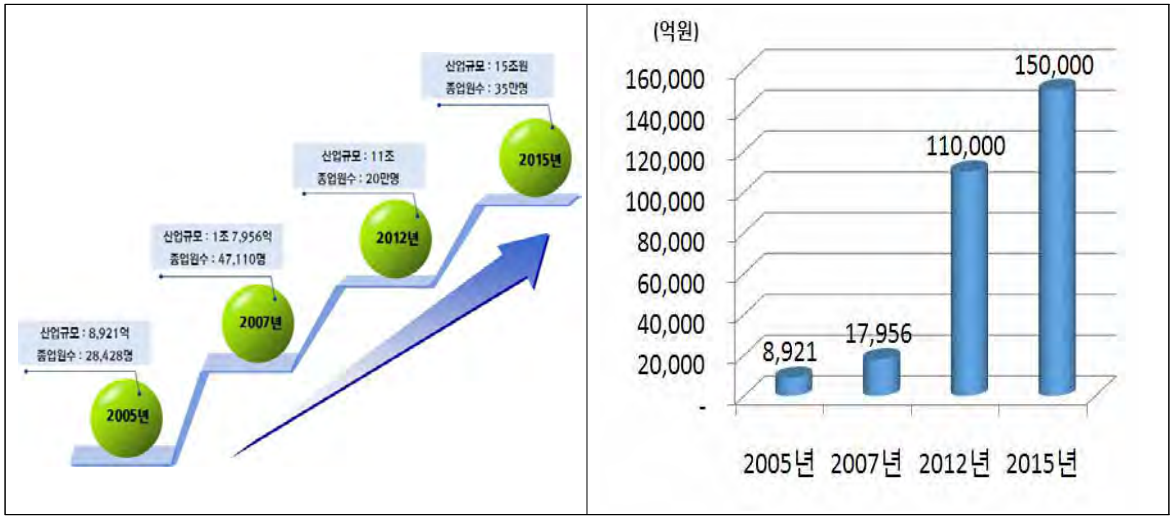
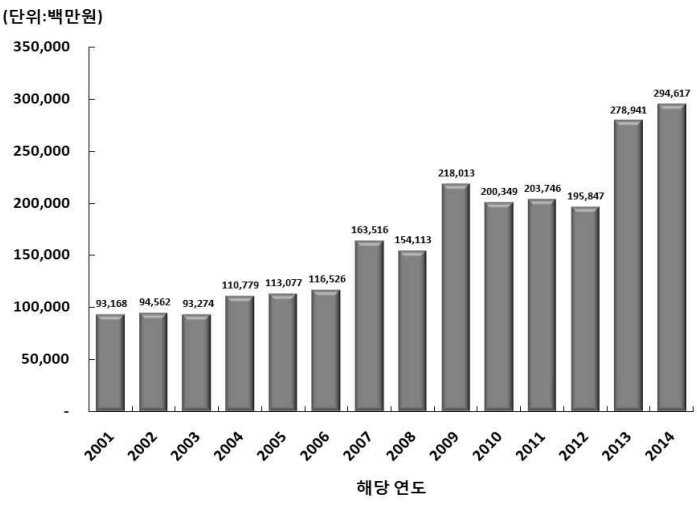


그림 2.3.8 국내 공간정보산업 추정 예산 및 종업원 수

2.1.3. 국내 공공부문 공간정보산업 규모 및 전망

국내 공공부문 공간정보산업은 그림 2.3.9에 나타나 있는 것 처럼 지난 2001년부터 2010년까지 추진된 국가공간정보 사업을 중심으로 총 1조 3,574억원 규모로 파악되고 있으며, 연차별 집행 예산을 보면 2001년 약 932억 원의 규모에서 2010년 약 2,003억 규모로 10년 사이에 2배 이상 증가된 것으로 나타났다.



해당연도	투입 예산(백만원)
2001	93,168
2002	94,562
2003	93,274
2004	110,779
2005	113,077
2006	116,526
2007	163,519
2008	154,113
2009	218,013
2010	200,349
2011	203,746
2012	195,847
2013	278,941
2014	294,617

그림 2.3.9 국내 공간정보정책 시행 연도별 예산 투입 현황



분야	비율
공간정보기반데이터	40%
기술개발	9%
표준화	1%
유통	2%
인력양성	2%
정책연구	1%
활용	46%

그림 2.3.10 2001년~2010년간 추진된 국가공간정보사업의 분야별 비율

그림 2.3.10의 국가공간정보사업의 분야별 비율(2001년～2010년)을 살펴보면 활용분야가 약 6,231억원이 집행되어 전체의 46%를 차지하는 것으로 나타났으며, 다음으로는 공간정보기반 데이터 분야가 약 5,485억 원으로 40%, 기술개발 분야가 9%를 차지하였으나 나머지 분야는 상대적으로 적은 1～2% 정도의 예산이 집행된 것으로 나타났다(국토교통부 2014b).

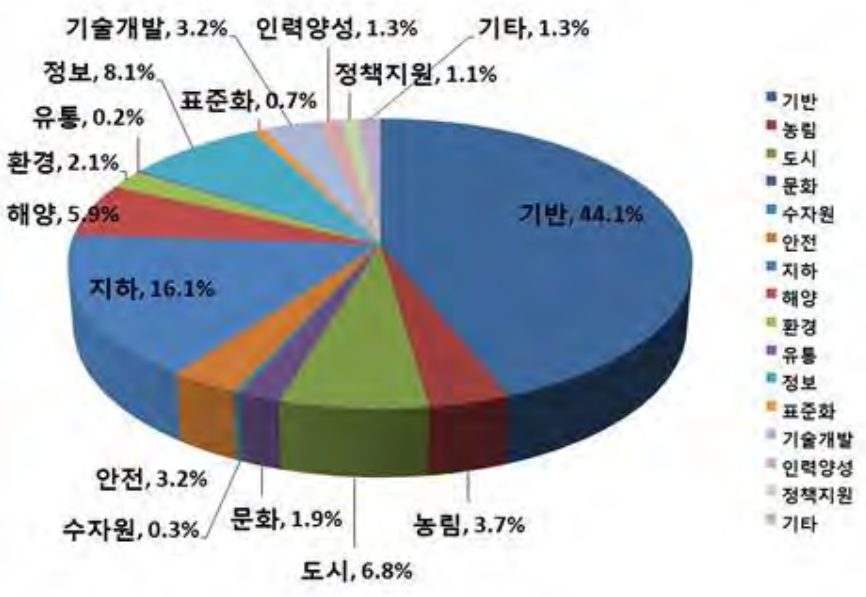


그림 2.3.11 국내 2014년 공간정보정책 시행계획 부문별 예산 투입 분포

2014년 현재 정부투자 공공부문 공간정보산업 부문별 시장규모를 볼 때 기반 조성 부문이 가장 큰 비중을 차지하고 있고, 다음으로 지하, 도시, 해양 등의 공간정보 구축 부문 순으로 나타나고 있다(그림 2.3.11). 표 2.3.4는 각 공간정보 구축 부문별 투입예산을 보여준다.

표 2.3.4 국내 공간정보정책 시행계획 투입예산(국토교통부, 2014b)

부 문		2014년 예산(백만원)	비율(%)
공간정보 구축	기반	130,007	44.1
	농림	10,801	3.7
	도시	20,172	6.8
	문화/통계	5,735	1.9
	수자원	933	0.3
	안전/방재	9,381	3.2
	지하	47,373	16.1
	해양	17,320	5.9
	환경	6,207	2.1
	소계	247,929	84.2
공간정보유통		638	0.2
공간정보활용		23,840	8.1
국가공간 정보기반 조성	표준화	2,086	0.7
	기술개발	9,500	3.2
	인력양성/홍보	3,780	1.3
	정책지원	3,070	1.1
	기타	3,775	1.3
	소계	22,211	7.5
합계		294,617	100

2.1.4. 국내 민간부문 공간정보산업 규모 및 전망

기본공간정보를 기반으로한 민간 공간정보산업 시장은 가스, 전기, 통신선로 등 사회기반 시설물을 관리하는 KT, 한국전력, 가스공사 등이 시설물관리에 GIS를 도입하고 있어 2013년 연간 총 1천억원에 이르는 것으로 추정되었다(국토교통부 2013c). 또한 국산 GIS 기술은 최신 기술동향에 발맞추어 Web GIS, 3D GIS, Mobile GIS 기술이 발달하고 있어 2006년부터 추진된 지능형 국토정보기술 혁신사업에 따라 u-GIS 핵심 융·복합기술개발, 공간정보기반 도시공공시설물관리 지능화 기술개발 등의 추진으로 민간시장의 규모는 더욱 더 확대될 전망이다.

2.1.5. 국내 3차원 공간정보 시장 현황

국내 3차원 공간정보의 경우 국토교통부 주도하에 주민행정참여 증가에 따른 신뢰도제고 차원으로 2004년부터 시범사업으로 추진하였다(표 2.3.5). 2004년 0.87억원, 2005년 41.13억원, 2006년 이후 2,470억원 등으로 점차 투자를 확대하였으며, 2014년 현재 3차원 공간정보를 구축하고, 공간정보 오픈플랫폼을 운영하기위해 전국 84개 시 중 기 시행지역을 제외하고 인구 약 20만 이상 12개 시에 대한 사업을 계획하고 있다.

표 2.3.5 국내지자체 3차원 공간정보 구축현황(국토정보산업지원과, 2008)

연도	지자체	사업유형	사업명	비고
2001	부산	업무시스템	해운대구 도시 3차원 공간 데이터베이스 구축	자체추진
2005	서울	업무시스템	도시계획적보관리시스템	자체추진
	대구	대민서비스	생활공간정보시스템	자체추진
2007	대전	업무시스템	3차원가상도시시스템	국토해양부 시범사업에 따른 DB 구축 및 활용
	부산	업무시스템	지하시설물통합시스템	자체추진
2008	서울	대민서비스	서울시3차원GIS구축	자체추진 09년 국토해양부 재사업
2009	성남	대민서비스	성남시예측행정시스템	시행기간 : 07.11-09.03 향후 웹서비스 구상중

또한, 최근 국토교통부에서는 국가공간정보사업을 통해 구축한 웹기반의 V-World(국토교통부 운영 공간정보 오픈 플랫폼, 기본공간정보, 건물정보 등 주제별 정보제공)(그림 2.3.12)를 통해 3차원 공간정보 OpenAPI의 제공으로 3D 콘텐츠 및 영상제작 분야의 공간정보 접근이 용이해져 국내 3차원 공간정보를 활용한 응용사업의 시장은 더욱 확대될 전망이다.



그림 2.3.12 국토교통부에서 구축한 vWorld(국토교통부, www.vworld.kr)

2.1.6. 국내 위성정보 관련 시장동향

우리나라는 '92년 우리별 1호를 시작으로 '10년 까지 총 12기의 위성을 개발하여 위성개발 및 운영 측면에서 선진화를 달성하였으며, 현재 아리랑 2호 및 3호와 통신, 해양, 기상 관측용 천리안 위성 등이 운영 중이며, 13년 아리랑 5호를 발사하였다(한국과학기술기획평가원 2012). 표 2.3.6은 아리랑 위성 연도별 국내외 판매금액을 나타낸 것이다.

표 2.3.6 아리랑 위성 연도별 국내외 판매금액(항공우주연구원, 2012)

구 분	2008년	2009년	2010년	합계(천원)
1호	143,800	350	-	144,510
2호	1,645,961	5,876,763	5,051,332	12,574,056
합계	1,789,761	5,877,113	5,015,332	12,718,566

2010년~2012년까지 위성개발에 소요된 예산은 3,211억원이며, 위성정보활용 분야에 투자된 예산은 917억원으로 개발예산 대비 29%를 차지하며, 위성개발예산의 감소에 비해 위성활용예산은 평균 12%의 증가 추세를 나타내고 있다(그림 2.3.13, 표 2.3.7).

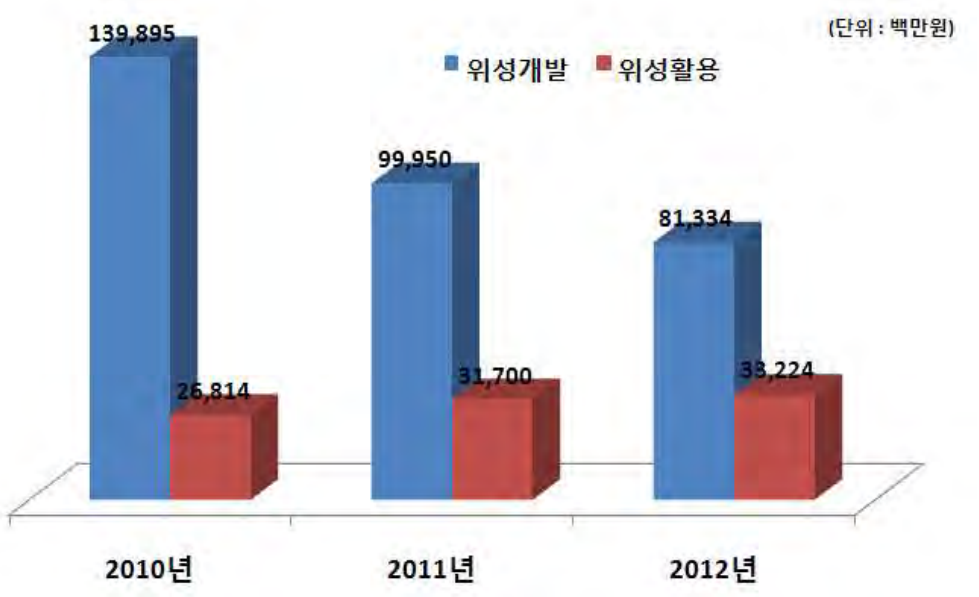


그림 2.3.13 위성개발예산 대비 위성활용 예산 규모(2010~2012)

표 2.3.7 위성정보활용분야 예산투자 현황(단위: 백만원)

구 분	2010년	2011년	2012년
위성개발(A)	133,895	99,950	81,334
위성활용(B)	26,814	31,700	33,224
(B/A)	19.2%	31.7%	40.8%

현재 전 세계적인 위성정보 활용분야의 확대 기조 및 국가 수요측면에서 국내 위성정보 활용산업도 확대가 예상되며, 위성을 활용한 지리정보시스템 구축 등 정부기관을 중심으로 공공분야에 대한 위성활용 사업이 증대하고, 지자체 주도로 독자적인 위성영상 기반의 활용시스템 구축 등의 동향을 고려할 때 그 수요는 표 2.3.7에서 파악할 수 있듯이 지속적으로 증가할 것으로 보인다.

2.2 해외 공간정보 관련 시장

2.2.1. 해외 공간정보 시장 규모 및 전망

해외 공간정보시장은 89조원(740억 달러, 2010년) 규모로 2015년까지 연평균 10.5% 성장하여 150조원(1,250달러)으로 성장할 것으로 예측된다(ARC Advisory Group, 2010). 그림 2.3.14에서 살펴볼 수 있듯이, 공간정보 소프트웨어 시장이 연 15% 이상 성장하고 최고 기술력을 보유하고 있는 미국과 유럽은 연 30% 이상 성장하는 가운데 특히, 미국은 공간정보 소프트웨어 시장의 50%를 점유하고 있다(국토연구원, 2013).

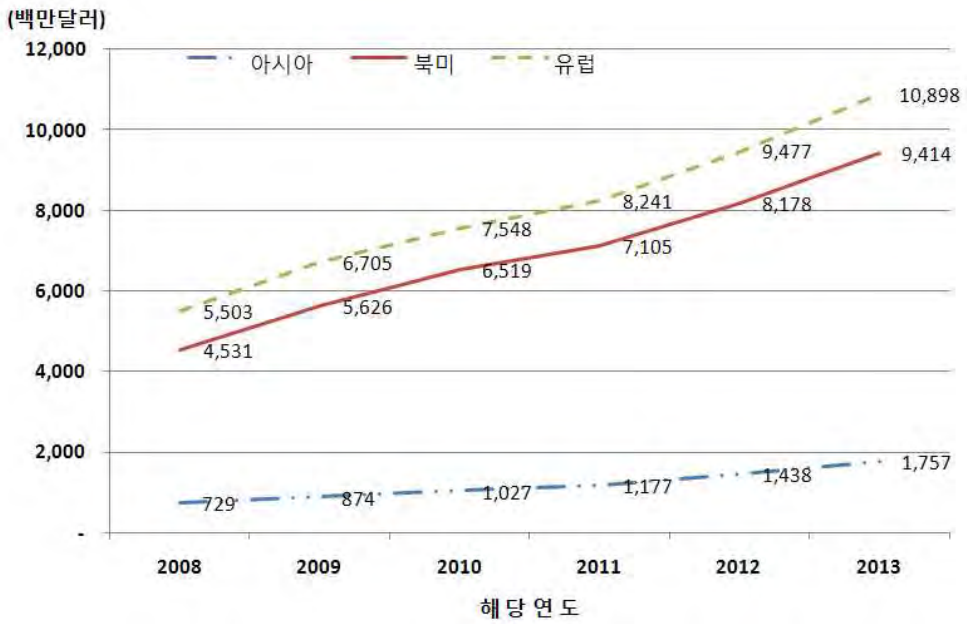


그림 2.3.14 GIS분야 해외 주요 시장 규모

해외 공간정보산업 시장은 측량, GIS 응용기술, 융·복합 산업을 포함하고 있어 고부가가치 산업으로 지속적으로 성장할 것으로 예상된다.

GIS 소프트웨어 시장에 대한 Google, Microsoft, IBM 등 공간정보를 기반으로 다양한 소비자 지향 서비스를 제공하려하는 업체들로 인해 새로운 성장동력이 창출 되고 있다. 또한 ESRI와 Bentley 등 세계적인 기업들이 공간정보의 시각화 기술과 고화질 기술에 집중하고 있는 상황을 고려할 때 공간정보 관련 시장의 규모는 더욱더 확장 될 전망이다(GIS Lounge 2009). 표 2.3.8은 국외 공간

정보 및 GIS 산업의 주요 업체특징 및 중점분야를 정리한 것이다.

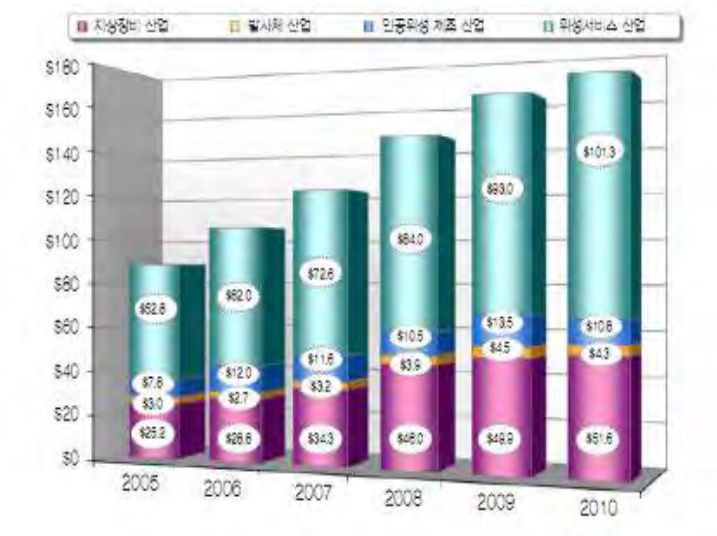
표 2.3.8 국외 공간정보 및 GIS 산업 주요 업체

업체명	업체별 특징	중점분야
ESRI (미국)	- GIS 소프트웨어 및 서비스 제공 - 공간정보 데이터의 제공 - ArcGIS, ArcSDE, ArcIMS 등	GIS 소프트웨어 및 서비스, 웹기반 맵핑
Leica (독일)	- 사진측량을 이영한 매핑 - Erdas Imagine, Socket set 등과 같은 다양한 RS 및 사진측량 소프트 웨어 제공 - 항공사진기, LiDAR GPS등의 생산	사진측량, 맵핑, 항공기기반센서, 원격탐사자료 프로그램 제공
Macdonald Dettwilder (미국)	- Radarsat의 발사 및 활용(RSI) - ENVI등 다양한 원격탐사 자료처리 솔루션 - 사진측량(Triathlon, MD Atlantic)	위성제작 및 발사, 부동산 및 소유권 정보관리, 원격탐사자료처리 솔루션
Lizard Tech (미국)	- ISO 표준인 JPEG2000을 이용한 고해상도 영상의 압축 및 활용서비스 제공 - 웹상에서의 영상전송 등 영상정보자료의 저장 및 배포	이미지 프로세싱 및 고해상도 디지털 자료의 공급
Autodesk (미국)	- 토목구조물의 건설 및 유지관리 - 매핑 및 공간정보자료 관리 - 기반시설관리	매핑 및 공간정보 관련 솔루션, 도면 제작 및 관리
Terrasolid (핀란드)	- TerraScan 등의 제품을 이용한 ground surface model(TIN) 제작 - TerraPhoto, TerraMatch 등의 제품을 이용해 쉽고 간단한 이미지 프로세싱 가능	레이져 매핑 이미지 프로세싱
Intel (미국)	- 학계와 산업계 등과의 협력을 통해 다양한 센서 네트워크 프로젝트들을 적극적으로 진행시키고 있으며, 헬스케어와의 환경 관측 등에 대한 연구를 활발히 진행하고 있음	센서 네트워크
IBM (미국)	- 스위스 취리히 연구소에 단대단 센서 네트워크 테스트베드를 구축하고, 기업 컴퓨터 망과 인터넷을 센서 네트워크에 통합하여 센서부터 마지막 응용 애플리케이션에 이르기까지 다양한 솔루션 제공을 목적으로 프포젝트를 진행	센서네트워크 통합 솔루션
Bentley (미국)	- 전 세계 기간설비의 건설 및 유지보수의 모든 단계에 필요한 소프트웨어 제공 기법 - 설계, 엔지니어링, 건축, 토목 및 지리공간 제품 제공	GIS 소프트웨어 분야

2.2.2. 해외 위성정보서비스 시장 규모 및 전망

해외 위성서비스 시장의 경우 2005년 이후 연평균 14%의 증가율을 보이며 성장하였으며, 2010년 위성정보활용서비스 시장의 매출은 1,013달러로 전체 우주산업 매출의 61%를 차지하였다(그림 2.3.15).

(단위 : 억 달러)



해당연도	위성서비스매출
2005	528
2006	620
2007	726
2008	840
2009	930
2010	1,013
연평균 성장율	14%

그림 2.3.15 세계 위성 서비스 산업 매출액(Status of the Satellite Industry Report 2011)

특히, ‘2010년 세계 지구관측위성 영상 판매액은 13억 달러로 ’1992년 미국 정부가 고해상도 위성자료의 상용판매를 허가한 이후 지속적으로 증가하였으며, 향후 ‘2019년까지 발사될 인성위성 예상 수는 1,229기로 지난 10년 동안 발사된 위성보다 59%가 증가될 것으로 예상되어 위성정보서비스 관련 세계시장의 규모는 더욱 더 확대 될 전망이다(표 2.3.9).

표 2.3.9 세계 인공위성 제작 시장

구 분	2000~2009	2010~2019	증가율
발사 위성 수	772기	1,229기	59%
위성 시장	910억 달러	1,445억 달러	59%

또한, 위성정보서비스를 활용한 민간시장의 경우 토지계획, 농업, 산림, 공공보건 분야에서의 위성영상정보 수요가 매우 크게 증가하고 있으며, 인공위성 발사의 증가와 더불어 이러한 수요의 증가는 지속될 전망이다. 표 2.3.10은 인공위성 영상자료의 시장가치 전망을 정리한 것이다.

표 2.3.10 인공위성 영상자료의 시장가치 전망(단위 : 백만달러)(BBC Research 2009)

활용분야	2008	2009	2014	성장율
토지이용계획	32	34	80	18.7%
공공보건	300	360	524	7.8%
농업	225	270	520	14.0%
해양	200	210	230	1.8%
지도제작	2	7	10	7.4%
도시계획	20	2	30	6.4%
정보수집	550	580	775	6.0%
재난관리	130	140	180	5.2%
기후변화	275	280	350	4.6%
대기연구	70	73	95	5.4%
산림	10	12	20	10.8%
합계	1,814	1.988	2,814	-

3. 도로분야 BIM활용 공간정보 및 데이터 연계의 문제점

3.1 도로분야 BIM 활용 공간정보 자체의 문제점

3.1.1. 공간정보 구축 및 관리의 거시적 문제점

가. 공간정보 관리기관의 상호 협력적·효율적 관계 형성의 어려움

공간정보체계를 활용하는 사업은 초기에는 대부분 공공성이 높은 사업이다. 따라서, 정확성 및 최신성에 기반한 연계성을 확보해야만 공간정보체계를 충분히 활용했다고 할 수 있다. 하지만 부처별 또는 중앙부처와 지자체 등의 유사사업 추진에 따른 중복투자 및 사업의 일관성 부족으로 관리기간의 상호 협력적·효율적 관계형성이 어려운 실정이디. 이는 공공활용 공간정보 구축의 지속성 및 최신성 확보의 어려움으로 이어질 수 있어 정부·공공기관·민간과의 역할을 재조정 할 수 있는 상호협력적 공간정보 거버넌스 구축이 필요하다. 그림 2.3.16은 현 공간정보산업 가치 사슬을 나타낸 것이다.

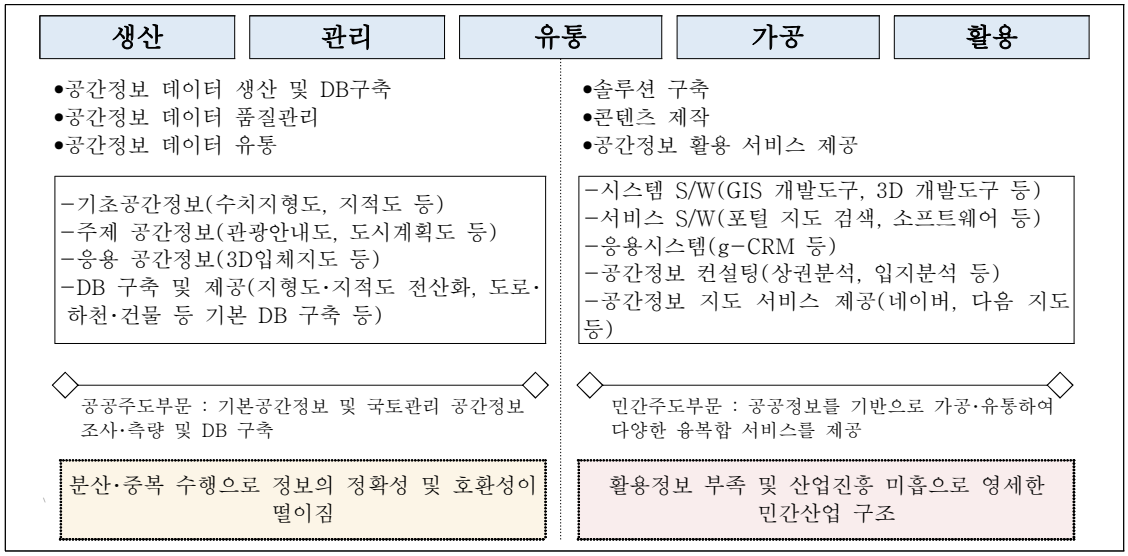


그림 2.3.16 현 공간정보산업 가치 사슬(김관영 2013)

나. 공간정보에 대한 접근 및 활용의 어려움

공간정보의 효율적 활용 및 연계를 위해서는 기 구축 공간정보에 대한 접근이 용이해야 한다. 하지만, 기존 시스템은 대부분 공급자 중심으로 사용이 어려운 측면이 있다. 따라서, 공간정보의 자체 활용확대 및 응용사업의 지원을 위해서 정부 차원에서 공간정보사업자간 상호운용성을 보장할 수 있는 실질적 정보의 공동활용체계 수립이 필요하다.

3.1.2. 공간정보 표준체계의 미흡

가. 표준활용의 실용화 기반 미흡

현재 국내에서는 공간정보 표준을 위한 여러 표준이 제정되어 있으나, 이를 활용하기 위한 실용화 기반이 미흡한 실정이다. 즉, 표준 미준수 사업자에 대한 제재수단, 표준 준수여부를 평가하기 위한 인증제도 등이 없다. 또한, 표준 간 중복내용이 존재하고 최신기술 반영이 미흡하며, 기술변화에 대응하기 위한 주기적인 모니터링체계가 없는 실정이다.

나. 표준의 중요성 인식 미흡 및 체계적 표준교육의 부족

세계 각국은 공간정보 표준을 핵심자원으로 인식하여 자국의 산업보호 및 국제경쟁력 강화를 위해 국제 표준화 교육을 추진 중에 있다. 이에 국내 정부는 국가공간 표준화사업을 추진하여 공간정보의 구축・활용・유통에 대한 표준 환경을 조성하고자 노력하였다. 하지만 표준의 중요성에 대한 인식 및 체계적인 표준교육은 아직 부족한 실정이다. 공간정보의 생산·가공·유통이라는 산업의 가치사슬에서 공간정보산업 진흥과 관련 DB와의 통합·연계를 통해 융복합의 새로운 가치창출을 위해서는 공간정보 R&D와 연계를 통한 국제수준의 표준체계 마련하고 표준적용을 위한 교육의 지원이 필요하다.

3.1.3. 공간정보 산업 진흥의 어려움

가. 공간정보 산업기반의 취약성

국내 공간정보는 공공부문 중심의 산업생태계가 성숙되지 않은 산업구조를 가지고 있다. 공공부문 중심 발전과 민간활용이 부진한 구조는 결과적으로 공간정보의 생산, 유통, 활용 등의 공공부문 집중의 결과를 초래하였고, 특히 표 2.3.11의 국내 DB 구축 발주 현황을 살펴보면, DB 구축을 포함한 생산단계 대부분이 공공부문에 의존하여 산업구조가 매우 취약한 실정이다. 따라서, 공공에게 귀속되어 있는 다양한 공간정보를 공개하여 민간의 수요를 창출할 수 있는 산업구조를 조성하여야 한다.

표 2.3.11 국내 DB 구축 발주 현황(국토교통부 2011)

산업구분	공공부문	민간부문
공간정보	91%	9%
건설	37%	63%
IT	85	92%

나. 공간정보 구축의 한계성

공간정보의 생산 및 구축은 공공부문 위주로 발전하였고, 정부의 노력으로 통합체계 구축, 유통플랫폼, 시스템 등은 구축하였으나 개별 사업 및 시스템간 연계·통합, 데이터의 표준화 및 품질관리, 정보의 최신성, 정확성 부족, Control Tower의 부재, 산업기반의 취약성, 타 산업과의 연계 및 활용 등이 미흡한 문제로 공간정보 구축에 한계성이 나타나고 있다. 또한, 생산된 정보를 구축하고 이를 융합하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 연계 활용성이 미흡하여 민간부문이 필요로 하는 정보가 부족한 실정이다.

3.2 BIM/GIS 데이터 연계의 문제점

3.2.1. BIM데이터와 GIS데이터의 LoD의 차이

BIM 데이터와 GIS 데이터의 경우 각각의 자료특성 및 LoD수준 등이 달라서 BIM/GIS를 연계·통합하는데 상당한 어려움이 있다. GIS 분야에서의 LoD는 공간객체의 가시화를 위한 기하객체에 대한 LoD를 정의하고 있으나, BIM 분야에 적용되는 LoD는 대부분 건설과정과 연결된 LoD이다. 따라서 BIM 분야의 공간자료를 구축하고, 그 공간자료를 가시화할 때 적용할 수 있는 공간 LoD 모델의 개발이 필요하다.

3.2.2. BIM데이터와 GIS데이터의 Format의 차이

도로분야의 BIM 도입을 위해서는 선형적 공간분포 특징을 가진 도로의 특성 반영을 위해 GIS 정보와의 상호운영은 필수적이므로 연계·통합을 위한 자료변환 기술 및 Format의 개발이 필요하다. BIM과 GIS를 상호운용하기 위해서는 서로 다른 자료를 변환할 수 있어야 한다. 현재 BIM과 GIS는 서로 다른 데이터스키마로 인해 정보호환이 어렵고 BIM과 GIS의 상호운용을 위한 표준이나 지속가능한 기술적 플랫폼이 마련되어 있지 않은 실정이다. 현재 한국건설기술연구원에서는 위와 같은 문제점을 해결하기 위하여 2012년부터 도시단위의 대용량 BIM/GIS 데이터 상호운용을 위한 BIM/GIS 공간데이터 연계모델과 응용서비스 활용을 위한 플랫폼 개발을 목표로 연구를 진행하고 있다.

3.2.3. 대용량 데이터의 신속한 가시화의 어려움

GIS 데이터와 연계된 BIM 데이터는 그 용량이 방대하여 대용량 데이터로 분류할 수 있다. 방대한 양의 대용량 BIM/GIS 데이터를 도로프로젝트 업무에 효율적으로 활용하기 위해서는 신속한 가시화 기술이 필수이다. 따라서 BIM 및 GIS 설계 데이터에 대한 효율적 가시화 및 신속한 시각화를 위해서는 데이터 모델의 계층적 구조화가 요구되며, 공간 인덱싱, 데이터 압축, 효율적 메모리 관리 및 스트리밍 기술 등을 복합적으로 적용하는 요소기술의 개발이 필요하다.

3.3 도로분야 BIM/GIS 데이터 연계 문제점 대응 방안

3.3.1. 건설공간정보 통합운영 방안의 수립

공간정보와 연계된 BIM 데이터는 도로 전 생애주기에 걸친 통합관리 등에 효과적으로 활용될 수 있다. 또한, GIS와의 연계를 통한 정밀한 위치정보구축은 도로 건설과정과 운영 및 유지관리에 있어 강력한 도구가 될 수 있다.

또한, 도로업무에 직접적으로 사용되는 CAD 등에 기반한 데이터는 토목공사가 공간정보를 변화시킨다는 개념에서 국가기본도 구축, 시설물도 및 도로망도 등의 수정 및 지리정보 갱신에도 매우 중요한 데이터로 활용될 수 있다. 하지만, 도로건설 업무과정동안 유사한 데이터가 중복 구축되거나 다음 업무단계에서 사용되지 못하고 사장되는 등의 문제점이 나타나고 있다.

따라서 이와 같은 문제점을 극복하고 Pre-construction 단계에서의 건설데이터를 Post-construction 단계까지 효과적으로 관리, 운용하기 위해 도로건설의 계획 및 설계단계부터 생성된 데이터를 유지관리 및 운영과정까지 유기적으로 활용하고 이를 공간정보구축 등에도 사용할 수 있도록 건설데이터를 BIM체계로 진화시켜야 한다. 또한, 이러한 데이터를 GIS와 연계할 수 있도록 건설공간정보 통합운영방안이 수립되어야 한다.

3.3.2. BIM 및 GIS 표준 형식의 공간 LoD 모델 구축

도로분야 BIM 도입을 위해서는 GIS에서 제공하는 3차원 공간정보 가시화를 위한 LoD와 BIM에서 제공하는 3차원 설계정보가 복합적으로 구축되어야 한다. 이를 위해 3차원 객체의 외부적 LoD와 속정정보를 포함한 내부적 세밀도를 복

합적으로 표현할 수 있는 표준 형식의 확립과 이에 따른 LoD 모델을 구축해야 한다.

건설데이터가 CAD에서 BIM으로 진화되면 공간정보구축 측면에서 매우 유용한 정보를 가지게 되며, 이를 효과적으로 활용할 수 있다. 하지만 BIM과 GIS 간의 데이터모델 통합은 두 모델이 데이터의 LoD가 매우 달라서 데이터모델 상호운용이 어렵다. 즉, GIS LoD의 경우 공간객체의 뷰(View)에 따른 가시화에 중점을 두어 표현방식을 다루고 있지만, BIM의 LoD는 3차원 객체의 내부 및 외부의 LoD를 분리하여 정리하고 있으므로 선형공간적 분포를 보이는 도로분야 BIM을 위해서는 GIS와의 통합·연계를 위한 표준형식의 LoD 모델이 필요하다.

3.3.3. 데이터베이스 구조 지원 기술의 개발

데이터베이스 구조를 통해 절대좌표계 상에서의 공간검색이나 기 구축 데이터들과의 중첩분석, 분석결과에 대한 신속한 디스플레이 등이 가능해지면, 결과적으로 도로분야 업무단계별로 대용량 자료에 대한 통합적인 관리의 효율성을 제고할 수 있다. 더욱이, 데이터베이스 기반의 구조 지원기술을 구축하게 되면 데이터를 구성하는 기하학적 형태정보는 DBMS에 저장하여 관리함으로써 신속하게 검색하고 원활히 갱신 할 수 있다. 또한 이러한 요소들은 BIM 및 GIS 데이터가 포함하고 있는 속성정보뿐만 아니라 영역기반 위치검색을 가능하게 한다. 기존의 BIM 데이터 서비스 소프트웨어들은 대부분 단일 건물에 대한 서비스에 그 목적을 두고 있으므로, 일반적으로 각 건물을 구성하는 개별 요소들을 파일기반으로 저장하는 구조를 채택하고 있고 위치정보 역시 건물 구성요소들 사이의 상대적인 좌표체계로 이루어져 있다. 이러한 구조는 많은 건물에 대한 통합적인 검색이나 위치기반 공간검색에는 많은 어려움을 내재하고 있다. 따라서 데이터베이스 기반의 구조를 지원하는 기술을 개발해야 한다.

3.3.4. BIM/GIS 상호연계성 지원 방법의 개발

BIM/GIS 상호연계를 위한 지원방법을 개발하기 위해 GIS 모델과 IFC간 상호운용 구조분석이 선행되어야 한다. BIM 모델을 구성하는 3차원 형상에 대한 정보는 식별정보, 위치정보 등을 포함하고 있으며, 활용목적에 따라 요구되는

정보를 입력할 수 있다. 하지만 여러 BIM 상용 소프트웨어들의 상호호환 및 GIS 등과 같은 응용시스템의 상호연계성 문제는 해결해야할 과제이다.

IFC는 건설과 시설관리 분야의 정보공유를 목적으로 buildingSMART 주도하에 2013년 국제표준인 ISO 16739로 제정되어 건설분야 정보교환표준 역할을 하고 있다. 따라서 이를 통해 BIM/GIS 각 시스템이 필요로 하는 정보의 관점을 정의하고, 사용 관점에 따른 매핑규칙의 정의 등의 상호연계성을 지원할 수 있는 플랫폼을 서둘러 개발해야 한다.

4. 도로분야 BIM/GIS의 통합·연계 활용성 및 기대효과

4.1 도로분야 BIM에서의 공간정보 활용성

4.1.1. 최적화된 도로업무 도출에 활용

GIS 정보와 통합·연계된 BIM은 다양한 비교안, 공법 등에 대한 다자간의 협업을 신속하게 지원하고, 3차원 공간정보와 융합된 형태의 BIM을 활용한 협의 및 결정시스템은 도로 프로젝트 전 단계별 업무의 효율을 극대화 할 수 있다.

즉, 설계단계부터 구조물에 대한 기본개념을 3차원 모델로 구성함으로써 도로업무 전반에 대한 이해가 가능하게 되고, GIS 정보를 활용함으로써 공간확보, 구조물의 미관, 주변 경관과의 조화 등을 효과적으로 고려할 수 있으며, 웹기반의 Open Platform과의 연계, 3D S/W 등을 활용하여 효과적인 의사소통과 협업이 가능하게 된다. 또한 도로 구조물에 대한 효과적인 3차원 모델을 구축하여 다양한 대안에 대한 비교는 물론 시공오류에 대한 사전검토 역시 가능하게 하여 최적의 도로업무를 위한 환경구현에 중요한 역할을 기대할 수 있다.

4.1.2. 도로운영 및 관리의 효율성 증대

도로운용의 효율성을 위한 운영 및 유지관리 단계는 계획단계에서부터 구축된 3차원 공간정보 활용 BIM모델을 구축함으로써 극대화할 수 있다. 도로는 횡방향으로는 매우 좁은 공간적인 범위를 차지하고 있지만 종방향으로는 공간적으로 매우 넓은 범위에 걸쳐있어 특정 면적에 집적화되어 있는 기타 도시기반시설과는 매우 다른 공간적인 특성을 가지고 있다. 이러한 특성 때문에 도로에 부속되어 있는 각종 시설물 또한 넓은 물리공간상에 산재하고 있어 도로관리 및 시설물의 관리에 많은 시간과 노력이 필요하다. 따라서 3차원 공간정보 기반 BIM모델에 다양한 준공성과품 및 공사이력정보를 축적하고, 위치정보 기반의 다양한 계측 및 점검정보를 3차원 모델을 통해 체계적으로 관리한다면, 대상 구조물의 이력관리를 정확하게 할 수 있다. 이러한 체계의 구축은 도로운영의 효율성 증대는 물론 도로 사용수명을 연장하여 자산의 가치 또한 높이는 효과를 기대할 수 있다.

4.2 도로분야 BIM/GIS 통합·연계의 도로업무 단계별 기대효과

4.2.1. 계획 및 설계단계

계획 및 설계단계부터 BIM/GIS 기술을 도입하면 도로시설물 공간 및 경관검토를 통한 업무주체들 간의 협업을 지원할 수 있으며, 수치지도와 3차원 가상공간 구축에 따른 시뮬레이션 기능의 구현으로 사전 교통량검토 및 주민 설명회 등에 효과적으로 활용할 수 있다. 이를 통해 민원을 최소화 하고 업무를 신속하게 진행할 수 있다(표 2.3.12).

표 2.3.12 계획 및 설계단계에서의 활용 기대 분야

구분	활용 도구	기대효과
업무 협업지원	공간 및 경관검토	신속한 업무진행
사전 도로 운영 검토	가상공간 주행 시뮬레이션	진·출입부 검토, 도로 주행성 검토 주행 가시권 검토
주민설명	가상공간 주행 시뮬레이션 가상공간 시공 시뮬레이션	민원 최소화

4.2.2. 시공 및 유지관리 단계

3차원 기반의 BIM/GIS 기술은 입체적 공간분포의 가시화를 통해 도로 구조물의 시공단계의 많은 부분에 활용될 수 있다. 먼저, 가상의 공간에서 다양한 GIS 정보를 활용하여 현장 시험시공 등을 대체할 수 있으며, 3차원 지형 및 선형정보를 갖는 3차원 모델을 활용해 토공유동 최적화, 가상장비운영에 의한 3차원 용량검토, 안전관리를 위한 지리적 작업반경검토 등의 시공관리, 품질관리, 안전관리 전반에 활용할 수 있다. 또한 위치정보와 결합된 준공성과품 관리, 공사이력 관리, 계측 및 점검 정보 등을 BIM/GIS 3차원모델을 통해 체계적으로 관리함으로써 시설물 유지관리 및 국가 자산관리에 활용할 수 있다(표 2.3.13).

표 2.3.13 시공 및 유지관리단계에서의 활용 기대 분야

구분	활용 도구	기대효과
토공운반	3차원 공간정보 기반 가상 시공 시뮬레이션	토공운반 최적화
장비운영		장비 조합 및 운영 최적화
시공관리		작업반경 검토
안전관리	실시간 위치추적	작업자 이동경로 추적 위험물 이동경로 추적
유지관리	정밀 위치정보	준공 성과품 관리
		계측 및 점검 이력 관리

4.3 소결

본 절에서는 도로분야 BIM 도입 시 공간정보와의 연계를 위한 BIM/GIS의 활용성에 대해 알아보았다. 도로분야 BIM에서 GIS 정보를 연계 활용하면 최적 입지선정을 위한 계획단계부터 시공을 위한 협업, 유지보수 단계의 이력관리까지 도로업무의 효율성을 극대화 할 수 있다. 계획 및 설계단계에 각종 공간정보 관련 주제도를 효율적 설계도구로 활용할 수 있으며, 시공단계에서 정밀 위치정보 및 3차원 가상 시공시뮬레이션은 시공관리, 안전관리, 품질관리, 공정관리 전반에 활용될 수 있다. 또한, 유지관리 단계에 위치기반 데이터를 사용하면 효율적 도로의 운영 및 공용수명 연장의 정보로 활용되어 도로의 자산가치를 높여줄 뿐만 아니라 효율적 국토개발의 응용도구로 활용할 수 있을 것이다.

제4절 BIM 도입 시 위험요인과 대응방안 분석

1. 서론

최근 국내외 건설환경 및 기술 패러다임이 3차원 모델링을 활용한 BIM으로 급속 전환 중에 있어, 도로분야 설계・시공・유지관리의 선진화 및 글로벌 시장 경쟁력을 확보하기 위해서는 BIM 도입이 필수요소로 자리매김하고 있다. 이에 따라, BIM 도입 시 위험요인을 기술적, 경제적, 사회적, 정책적 분야로 분류하여 진단하고 각 위험 요인들에 대하여 정부-산업계-학계 공동 대응방안과 각 주체별 대응방안으로 구분하여 기술하고자 한다.

2. 위험요인 분석

2.1 기술적 위험 요인

2.1.1 도로분야 BIM 모델 - IFC 표준화의 어려움

“IFC"라 함은 ”Industry Foundation Classes“의 약어로써 BIM 소프트웨어 상호간에 BIM 데이터의 상호운용 및 호환을 위하여 buildingSMART가 개발한 국제표준 데이터 포맷을 말한다. BIM 관련 소프트웨어는 앞 절에서 소개한 바와 같이 매우 다양하며 구매가격 또한 고가이므로, 특정 소프트웨어에 구애받지 않고 BIM 데이터로부터 필요한 정보를 교환, 공유 및 보존하기 위하여 사용된다.

그러나, 최근 표준으로 등록된 IFC 4는 건축분야의 형상요소 표현에 한정될 뿐 토공, 교량 및 터널 등의 도로분야에 대한 형상표준을 제시하고 있지 않아 도로분야 형상모델 상호운용성에 제약이 클 것으로 예상된다. 특히, 도로는 중심선형에 따라 모델링되는 선형적 특성이 있고, 프로젝트 별로 형상이 서로 상이하여 표준화된 모델을 구축하는 것은 장시간 소요될 것으로 예상됨에 따라 도로분야 BIM 도입에 있어 위험요인으로 작용할 수 있으므로 IFC 표준체계에 대한 문제점을 해결해야 할 것이다.

2.1.2 BIM 성과품 공유체계 미비

BIM은 설계단계 사용자 뿐만 아니라 시공 및 유지관리 단계 사용자까지 쉽고 편리하게 성과품을 공유하는 것이 매우 중요하다. 그러나, 현재 BIM 설계는 공종별로 다양한 소프트웨어를 사용하고 있는 실정으로 토공, 배수공의 경우에는 Civil 3D를, 교량 및 터널공에는 Revit Structure, All-Plan 등의 소프트웨어를 주로 사용하고 있다. 문제는 소프트웨어별로 데이터 포맷의 알고리즘이 달라 데이터(형상, 속성)의 공유 또는 호환이 불가하여 공통표준포맷(IFC)으로 변환하지 않을 경우에는 고가의 각 소프트웨어를 모두 구매하여야만 열람할 수 있는 “폐쇄형 BIM” 수준에 머물 수 있다는 것이다.

특히, BIM 소프트웨어 간의 IFC 호환성 분석 논문(한국건설기술연구원, 2014)에 의하면 BIM 소프트웨어 간 데이터 호환을 위해 IFC 파일을 활용하고 있으나 호환과정에서 정보의 유실, 형상깨짐 등의 정보손실이 나타나며(그림 2.3.17), 동일한 소프트웨어에서 IFC로 변환 후 다시 불러들이는 시험에서는 37%~75%의 낮은 호환성을 보이는 문제점이 대두되었다(그림 2.3.18).

또한, Civil 3D에서는 IFC로의 직접 변환은 불가하고 LandXML 포맷을 거쳐 IFC로 변환하여나 하나 열람 시 대부분의 선형정보와 지형정보가 훼손되어 열람이 어려운 실정이므로 BIM 성과품 공유체계 구축이 매우 시급하다.

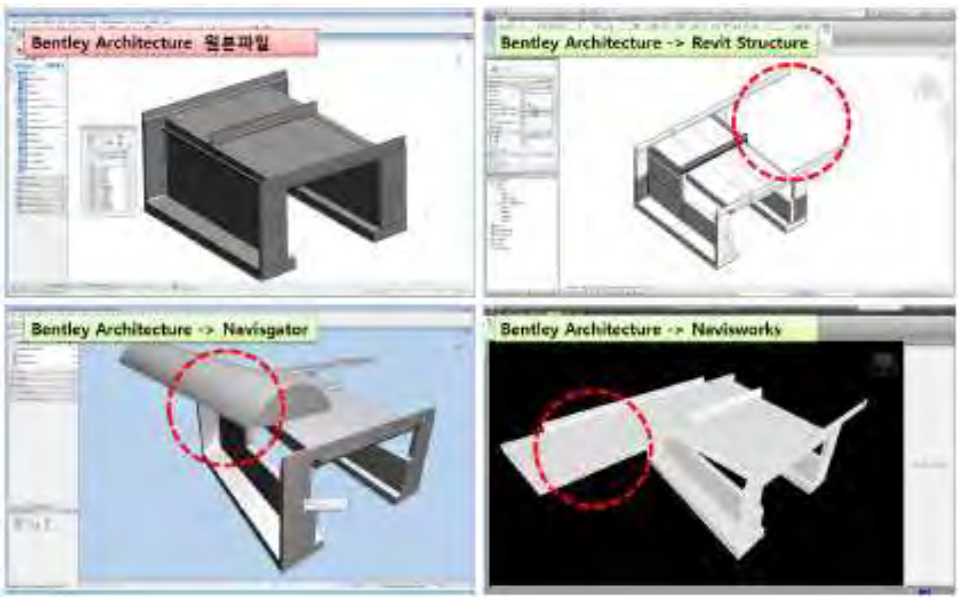
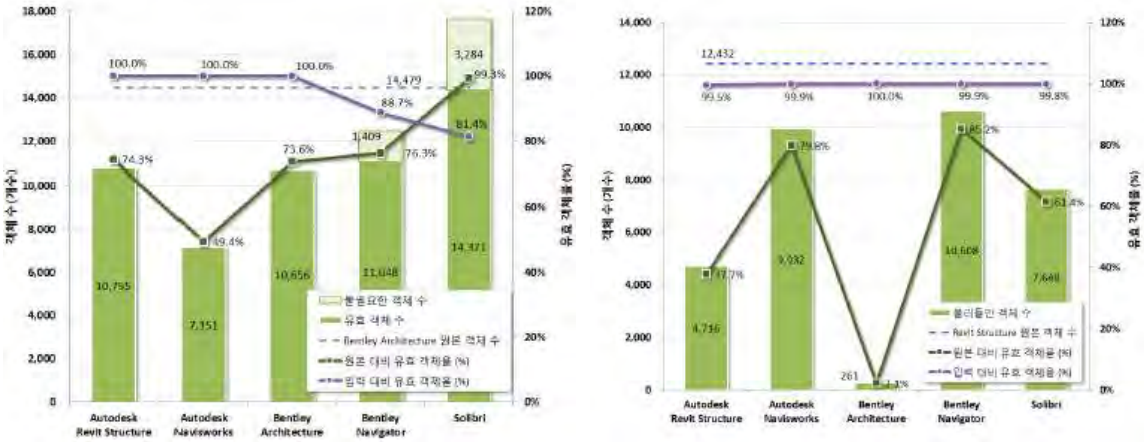


그림 2.3.17 IFC 기반 소프트웨어 별 호환성 검토(한국건설기술연구원, 2014)



Bentley Architecture와 타 소프트웨어 Revit Structure와 타 소프트웨어

그림 2.3.18 각사 소프트웨어와 타 소프트웨어 호환성 검토(한국건설기술연구원, 2014)

2.1.3 도로분야 전 공종 3D 모델링을 통한 BIM 적용 한계

한국도로공사는 설계-시공-유지관리 단계별 BIM 적용을 위하여 대구순환고속도로 5공구를 대상으로 시범설계(2011~2014)를 수행한 바 있다. 시범설계 분석결과 그림2.1.19과 같이 전체 2,048개 내역 중 805개(39.3%) 내역만을 3D 모델링으로 수량을 산출하였다. 그 이유로는 표와 같이 차선도색, 표토제거, 벌개제근, 강교도장, 거푸집 등과 같이 3D모델링 도구의 부재로 인력이 과다 투입되어 모델링이 어려운 공종과 흙운반, 골재생산 등 3D 모델링으로 표현할 수 없는 공종, 기존 구조물철거, 가시설, 가도 등 임시 구조물로서 3D 모델링하기에는 부적합한 공종이 다수 있기 때문인 것으로 분석되었다(표 2.3.14).

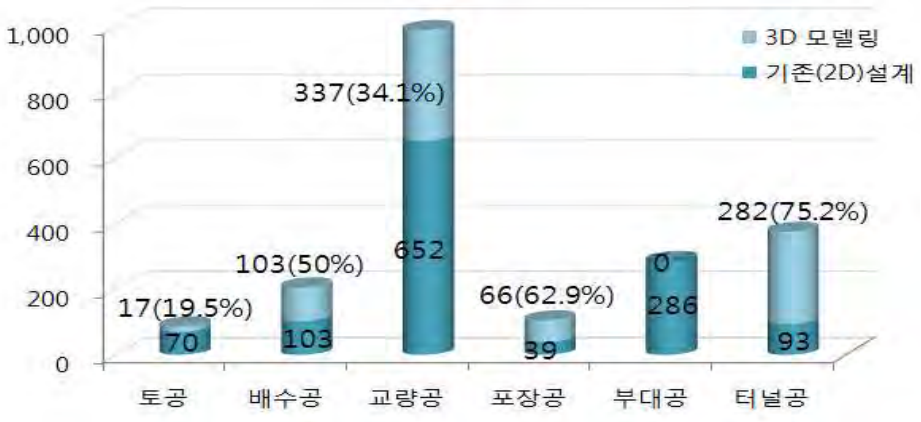


그림 2.3.19 시범설계 결과 공종별 3D 수량산출 비율

표 2.3.14 공종별 3D 모델링 수량산출 내역

구 분	3D 모델링 수량산출	2D 수량산출
토 공	- 흙깎기, 흙쌓기	- 기존 구조물 철거, 표토제거, 벌개제근, 운반, 비탈면 녹화 및 보강 등
배 수 공	- 배수시설 연장 및 콘크리트타설	- 맹암거, 배수시설 거푸집 및 철근 등
구조물공	- 교량 콘크리트 타설, 받침, 방호벽, 말뚝	- 교량 거푸집 및 철근, 강교도장, 가시설, 부대시설 등
포 장 공	- 동방층, 보조기층, 콘크리트포설, 아스콘 포설	- 부체도로, 이설도로, 영업소 포장, 포장줄눈, 골재생산 등
부 대 공	- 없음	- 전 공종
터 널 공	- 굴착 및 버럭처리, 강지보, 숏크리트, 록볼트, 라이닝콘크리트	- 라이닝 및 갱문 거푸집 및 철근, 맹암거, 부대시설 등

이러한 문제점은 3D 모델링을 통한 자동물량 산출 및 WBS(Work Breakdown Structure)와 CBS(Cost Breakdown Structure)를 연계한 4D(공정), 5D(비용), nD 분야로 확대 시 걸림돌이 될 수 있으므로 3D 모델링 공종을 확대할 수 있도록 소프트웨어 개발에 많은 노력이 요구된다.

2.1.4 BIM 데이터 활용을 위한 인프라 미비

BIM을 키워드로 표현하자면 대표적인 것이 정보통합 또는 정보모델링이다. 계획단계 및 설계단계, 시공단계 더 나아가 유지관리 단계에서 발생되는 빅 데이터를 담아 두어야 할 클라우드가 없다면 정보의 운영관리가 불가능해지므로 정보를 활용하는 것 또한 당연히 불가능하게 된다. 그러면 단지 인쇄된 보고서 및 도면을 대신하여 CD만 창고에 쌓일 뿐 활용하기는 어려워지는 것은 기존의 상황과 마찬가지일 것이며, 이는 또 하나의 업무내용만 추가시켜 오히려 생산성을 낙후시키는 결과가 초래될 것으로 예상된다. 그림 2.3.20는 BIM데이터 활용을 위한 인프라 구축 개념을 보여준다.



그림 2.3.20 BIM 통합운영관리시스템 구축

2.1.5 BIM 데이터 품질 및 신뢰도 확보체계 미흡

BIM이 도입되면 설계-시공-유지관리 단계에서 수많은 정보의 생성으로 인해 새로운 빅 데이터가 구축될 것은 당연하며 생성되는 수많은 데이터에 대한 품질확보가 관건이 될 것으로 예상된다. 설계자 또는 정보 입력자의 실수로 인한 데이터 오류나 소프트웨어의 구조적인 문제 - 포맷 변환 시 정보의 누락 또는 손실 등 - 로 인한 데이터 오류 등이 발생할 수 있을 것으로 예상되는 바 이에 대한 대비책이 필요할 것이다.

또한, 사용주체 또는 발주자별로 정보수준(LOD)에 대한 기준이 없어 설계자 또는 정보 입력자별로 입력하는 정보수준이 달라 데이터 신뢰도가 상당히 저하될 우려가 있으므로 도로설계에 있어서 적용될 수 있는 정보수준의 설정이 시급하며 이 정보수준은 각 사용주체 또는 발주자별로 BIM 이용 목적에 따라 달라질 수 있으므로 각각 설정하는 것이 필요하다.

아울러, 수많은 정보가 축적된 빅 데이터가 구축됨에 따라 보안관리가 매우 중요하다. 외부로부터의 해킹 등에 의한 정보손상 시 그 피해는 고스란히 국가적인 피해로 귀결되므로 이에 대한 철저한 대책을 강구하여야 할 것이다.

2.1.6 GIS 정보 신뢰도 검증 미흡

BIM을 통한 3차원 설계가 진행될 경우 궁극적으로는 GIS 기반으로 BIM 설계가 이루어질 것이므로 GIS 정보의 신뢰도는 매우 중요한 사항이라 할 것이다. GIS 정보가 정확하지 않으면 시공단계를 고려한 설계에 이미 많은 오류를 내포할 수 있으므로 시공단계에 많은 설계변경이 발생할 수 있다. 이와 더불어 정부부처 간의 GIS 정보체계가 상이한 문제를 일원화하여 정보사용의 호환성을 높이는 것도 필요할 것으로 판단된다.

2.2 경제적 위험요인

2.2.1 BIM 적용을 위한 초기투자 필요

사용주체 또는 발주자 입장에서 초기투자 비용으로는 BIM 시범적용 및 용역비용, 기존 시스템과의 연계를 위한 각종 프로그램 개발 비용, BIM 소프트웨어 구입비용 등이 발생할 수 있으며 특히, BIM 소프트웨어 간 호환성 결여로 폐쇄형 BIM으로 운영 시에는 엄청난 소프트웨어 구입비용이 소요될 것이다.

설계자 및 시공자 입장에서는 BIM 소프트웨어 구입비용, BIM 유경험자 채용비용, 관련 직원의 교육비용 등의 초기투자가 필요할 것으로 판단된다.

2.2.2 BIM 정착 시까지 설계자 인력 투입비용 증가 우려

BIM 도입 후 체계 정착 시까지는 장기간 소요될 것으로 예상됨에 따라 그 과정에서 각종 소프트웨어 부재로 인한 수작업의 증가와 발주자가 원하는 품질은 높은 반면 설계자가 수행할 수 있는 역량은 한계가 있어 이로 인한 과다한 인력투입 현상이 나타날 수 있다. 인력투입 과다 현상은 설계자의 손실 뿐만 아니라 곧바로 발주자에 대한 대가반영 요구로 이어져 발주자에게 경제적 위협이 될 수 있을 것으로 판단된다.

이러한 위험요소는 BIM 도입부터 정착단계에 이르기까지 현장조사를 통한 적정한 용역대가산정기준을 마련함으로써 해소될 것으로 판단된다.

2.2.3 BIM 시스템 구축 및 유지관리비용 발생

BIM의 궁극적인 목적은 정보손실이나 불필요한 재생산 없이 설계단계부터 유지관리 단계까지의 총 생애주기 동안의 정보를 효율적으로 활용하기 위한 것이므로 BIM 시스템 운용을 위한 클라우드 구축비용은 필수적이며, 정보가 지속적으로 생성되므로 유지관리비용 또한 지속적으로 발생할 것이다.

2.3 사회적 위험 요인

2.3.1 BIM 도입 및 운용에 대한 거부감 극복

국내외를 막론하고 BIM 뿐만 아니라 여러 제도의 도입 초기에는 업무량의 증가로 생산성이 저하됨에 따라 많은 혼란과 함께 사용자로부터의 거부감이 있어왔다. 그러나, 이러한 거부감은 CAD 문화 정착을 보면 어느정도 답을 찾을 수 있을 것으로 기대된다. 1990년대 PC CAD가 보급되었을 때만 해도 '그래도 설계는 손으로 한다' 라고 생각했다. 그러나, 사회적 분위기와 발주자의 품질향상 요구에 발맞추어 2000년대 CAD 상용화로 불과 10년 안에 수작업 도면이 사라졌다.

물론, BIM은 단순히 도면을 그리는 도구인 CAD 도입보다 훨씬 더 복잡하며 정착을 위하여는 다양한 문제점을 안고 있는 것이 사실이다. 따라서, BIM 시스템 도입효과 및 글로벌 경쟁력 확보 등에 대한 많은 홍보와 함께 도입기-과도기-정착기 등으로 구분하여 현실에 맞게 단계적으로 수준을 향상시켜감으로써 거부감을 해소할 수 있을 것으로 기대된다.

2.3.2 BIM 전문 엔지니어 부족

국내 유수의 건축분야 건설사 인터뷰 결과, 해외의 BIM 형식으로 발주된 건설공사에 참여하여 어려움을 호소하고 있는 것이 바로 BIM 전문 엔지니어 부족이다. 해외에서는 착수와 더불어 BIM에 대한 경험과 학식이 풍부한 Manager를 요구하고 있으나, 이에 상응하는 국내 전문가가 없어 결국 해외의 BIM Manager를 고용할 수 밖에 없고, 국내 건설사가 수주하였음에도 해외 BIM Manager에게 통제를 받는 형국이므로 도로분야 해외진출을 위해서는 BIM 전문 엔지니어 양성이 시급한 실정이다.

2.3.3 BIM 모델 구축 및 운용에 관련된 인력양성 시스템 부족

국내 도로분야를 포함한 토목분야의 BIM 시범설계를 살펴보면 토목을 전공한 모델러가 없어 BIM을 기 도입하여 활용중인 건축분야 모델러에게 의존하는 경향이 있는 것으로 조사되었다. 이렇다보니 토목에 대한 전문지식이 없어 시설물 모델링 시에 오류가 나타나는 경우가 있을 수 있으므로 반드시 토목분야 전문가가 참여하여 시설물별로 모델링을 위한 세부적인 설명을 하여야만 한다.

3D 모델링은 '기술'이라기 보다는 '기능'이라는게 BIM 전문가의 의견이다. 과거 CAD 도입 시 CAD Manager가 있어 도면을 그렸지만 이제는 토목기술자라면 누구나 CAD를 활용할 수 있듯이 3D 모델링 또한 마찬가지로 토목기술자가 수행하여야만 오류를 최소화할 수 있고 고부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

이를 위하여 가중 중요한 것이 바로 인력양성 시스템이다. BIM은 설계단계부터 유지관리 단계까지 광범위하게 활용될 것이므로 각 분야에 종사하는 기술자에 대한 지속적인 교육이 이루어져야 하며, 이는 정부 뿐만 아니라 산업계, 학계에서 공동으로 수행할 수 있는 시스템이 만들어져야 할 것이다.

2.4 정책적 위험 요인

2.4.1 장기적 관점에서의 BIM 활성화 로드맵 구축 필요

BIM이 도입되고 활성화되기 까지는 많은 기술적, 경제적, 사회적 문제점이 있으므로 이들을 해결하기 위한 연구와 노력이 필요함에 따라 많은 시간과 비용이 필요할 것으로 예상된다. 그럼에도 불구하고 성과위주의 업무추진 문화 때문에 전체적으로 보면 아주 작은 노력을 기울이고도 성과는 BIM 시스템의 완성된 성과를 기대하는 경우가 있을 수 있다.

BIM은 소프트웨어 몇 개를 구입하거나 시범적으로 몇 개의 프로젝트를 수행하여 완성할 수 있는 시스템이 아니라 부단하고 일관된 노력이 선행되어야만 가능한 것이다. 이에 따라 국가 정책차원에서 추진 로드맵 구축이 필요하다. 설계-시공-유지관리 단계별로 도입기-과도기-정착기로 구분하여 중장기 비전 및 목표를 설정하고 추진전략을 수립하고 추진하여야 할 것이다.

2.4.2 BIM 도입 및 활성화를 위한 정부-산업계-학계 간 역할분담 필요

BIM 도입 및 활성화를 통한 최대의 수혜자는 바로 정부, 공공기관 등 발주자와 사용주체라고 할 수 있다. 따라서, 정부, 공공기관 등 발주자와 사용주체의 BIM 도입 및 활성화를 위한 주도적역할과 함께 산업계-학계의 적극적인 협력도 필요하므로 3자간 철저한 역할분담 및 정보공유 등이 이루어져야만 성공적으로 BIM을 정착시킬 수 있을 것이다.

2.4.3 BIM 활성화를 위한 제도적 환경 미흡

BIM 도입 및 활성화를 위하여는 관련법의 제정 또는 기존법령의 정비를 통하여 법령에 의하여 지속적으로 추진할 수 있는 제도가 필요할 것으로 판단된다. 그렇지 않으면 사회적 분위기에 의한 우선순위 밀림 또는 정책결정자의 주관에 따라서 사업자체가 난관에 부딪칠 수도 있기 때문이다. 또한, BIM 활용성을 극대화할 수 있도록 설계 및 발주제도를 검토 후 개선하여야 할 것이다. BIM의 효과적인 적용을 위해서는 설계단계에서 시공단계(장비계획, 공정관리계획 등)를 반영해야 오류 최소화 및 설계변경 최소화가 가능해 지는 동시에 4D-BIM, 5D-BIM 구현이 수월해 질 수 있다. 아울러, 정부나 발주처에 BIM 관련 업무를 집중적으로 추진할 수 있는 별도의 조직 없이 현업을 수행하면서 BIM 업무를 수행하기에는 업무 부담감이 크므로 별도의 조직을 구성하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2.4.4 BIM 적용 가이드 부재

BIM 도입 전 필수적인 사항으로 정부 및 발주자, 산업계가 체계적으로 활용할 수 BIM 적용 가이드를 개발하여 보급하여야 한다(표 2.3.15 참조). 가이드에는 BIM의 적용대상, 범위 및 절차, 데이터 작성, 속성분류 및 규격, 정보수준(LOD), 정보 분류체계, 성과품 납품 및 품질관리 등이 포괄적으로 제시 되어야 함과 동시에 각 주체별 실무자들을 위한 표준 지침이 마련되어야 한다. 이러한 적용 가이드가 없을 경우에는 발주자, 설계자별로 BIM 데이터 작성형식 속성 등이 달라 데이터간 호환성이 떨어질 뿐만 아니라 품질 또한 모두 다르게 될 수 있다.

표 2.3.15 국내외 가이드라인

국 가	가이드라인	목 적
한국	BIM 적용설계 가이드라인	전 생명주기에서의 BIM도입과 적용을 위한 기본적인 지침을 제공하기 위함
	건축분야 BIM 적용 가이드	개방형 BIM의 적용을 위한 공통적 요건 제공 및 국내외 관련 표준의 일관성 확보를 통한 BIM 적용 효율 증대를 위함
미국	BIM Guide Series	GSA의 건설프로젝트에 BIM의 표준화를 촉구하고 저변을 확장시키기 위함
	National Building Information Modelling Standards	기획, 설계, 시공, 운영 및 유지관리의 과정에서 각 시설들의 컴퓨터 해석이 가능한 정보모델의 사용을 위한 표준과 전 생애주기 동안 사용 가능한 모든 정보의 생성과 수집을 위함
	General Buinding Information Handover Guide	건설 산업에서 건물의 정보와 정보 시스템의 개발자와 사용자에게 기술의 사용 및 분야간의 정보 교환을 위해 제공
	BIM Guidelines & Standards for AEC	인디애나 대학 프로젝트의 프레임워크를 제공하고, BIM과 IPD의 활용에 대한 경험을 바탕으로 내부적인 발전과 기타 관련자에게 간접적인 도움을 주기 위함(BIM의 저변 확대)
	LACCD Building Information Modeling Standards	BIM의 사용을 유도하고 BIM을 활용한 여러기수의 작업 흐름을 설명하기 위함
	Bim Standards for A/E/C	BIM을 활용하여 설계품질을 향상시키고 분야 간 원활한 정보교환을 할 수 있도로 하기 위함
호주	National Guidelines for Digital Modeling	BIM의 호환성, 국가차원에서 제품정보의 분류기준, 프로세스에 대한 정의, 참여분야 간의 정보공유를 위한 국가 표준에 대한 산업분야 간의 구분을 위함
핀란드	BIM Requirement 2007	전체 설계 과정 동안 설계품질과 분야 간 정보 교환에 대하여 효율적으로 향상시키기 위함
노르웨이	BIM Manuals	공공 발주 BIM 채택과 IFC 포맷 납품을 권고하기 위함
덴마크	3D Working Method	건설사업의 디지털화를 촉진하고 건설 산업분야 간의 디지털 협업을 개선시키기 위함
독일	BIM/IFC User Guide	IFC BIM 데이터의 유동 및 원활한 교환을 위함
영국	AEC(UK) BIM Standard	설계자들을 위한 BIM과 데이터 교환에 대한 지침을 제공하기 위함

3. 대응방안 도출

도로분야 BIM 도입 시 위험요인을 기술적, 경제적, 사회적, 정책적 관점에 살펴본 바 많은 위험요인들이 도출되었다. 이러한 위험요인들에 대한 대응방안으로써 정부-산업계-학계 공동 대응방안과 주체별 대응방안으로 구분하여 기술하였다.

3.1 정부-산업계-학계 공동대응

BIM의 성공적인 도입 및 활성화를 위하여 정부-산업계-학계 3자간 적극적인 협력과 정보공유가 필수적이므로 정부차원에서 3자가 참여하는 BIM Task Force 팀을 구성하여 운영하는 방안을 제시한다. BIM Task Force 팀에서는 설계-시공-유지관리 단계별로 현재의 수준을 측정하고 문제점 및 개선사항을 지속적으로 발굴하며, 역할을 분담하여 추진함으로써 BIM 수준을 한 단계 업그레이드 하는 역할을 담당하여야 한다.

3.2 주체별 대응 역할 분담

3.2.1 정부

- 앞서 설명한 바와 같이 BIM 도입 및 활성화를 위하여 정부의 역할이 매우 중요하며 아래와 같은 사항들을 추진하여야 할 것으로 판단된다.
- 장기적 관점에서의 BIM 활성화 로드맵 구축하여야 하며, 여기에는 설계-시공-유지관리 단계별로 도입기-과도기-정착기로 구분하여 중장기 비전 및 목표를 설정하고 추진전략을 수립하고 추진하여야 한다.
- BIM 지속적으로 추진할 수 있도록 관련법의 제정 또는 기존법령의 정비, 일정규모 이상의 공공 발주사업에서 BIM 의무적용 법제화, 현 설계 및 발주제도 검토 후 개선, BIM 전담부서의 신설 등 BIM 도입 및 활성화를 위한 제도적 환경을 정비하여야 한다.
- BIM의 적용대상, 범위 및 절차, 데이터 작성, 속성분류 및 규격, 정보수준(LOD), 3D 모델링 설계와 2D 설계공종 기준, 정보 분류체계, 성과품 납품 및 품질관리 기준 등을 망라하는 BIM 적용 가이드를 마련하여야 한다.

- 현 시점에서 아직은 IFC 표준체계에 많은 문제점을 가지고 있지만, 이러한 문제점이 해결될 때까지 기다렸다가 BIM을 도입한다면 너무 늦은 시기가 되어 해외건설시장에서의 기술 경쟁력의 우위를 선점하기 어려워지므로 IFC 표준체계에 의존하지 않는 국내 독자적인 BIM 체계를 구축할 필요가 있다.
- 설계-시공-유지관리 단계의 사용자가 모두 편리하게 볼 수 있도록 공통 뷰어 개발 등 BIM 공유체계를 구축하여야 한다.
- 막대한 BIM 빅 데이터를 운용할 수 있는 클라우드 조성 등 인프라를 구축하여야 한다.
- BIM 데이터 품질 검증방안 및 정보 보안방안을 강구하여 데이터 품질 및 신뢰도를 확보하여야 한다.
- GIS 정보 신뢰도 검증 및 정부 부처간 관리 일원화를 추진하여 신뢰도를 확보하여야 한다.
- BIM 도입부터 정착단계에 이르기까지 현장조사를 통한 적정한 용역대가 산정기준을 마련하여야 한다.
- BIM 시스템 도입효과 및 글로벌 경쟁력 확보 등에 대한 홍보와 함께 도입기-과도기-정착기 등으로 구분하여 현실에 맞게 단계적으로 BIM 수준을 향상시켜 거부감을 해소하여야 한다.
- BIM 전문 엔지니어를 양성하고 BIM 모델 구축 및 운용에 관련된 인력양성을 위하여 교육 시스템을 구축하여야 한다. (BIM관련 자격증 제도 도입 등)

3.2.2 산업계

도로분야 3D 모델링 가능 공종을 늘리기 위하여 소프트웨어 개발 등 다양한 노력이 필요하다.

- 정부와 함께 도로분야 IFC 표준체계 구축을 위하여 각종 라이브러리를 생산하고 산업계의 노하우가 담긴 BIM 데이터를 축적하여야 한다.
- BIM을 통한 간섭체크, 시공 시뮬레이션, 안전을 감안한 설계 등 다양한 시도를 통하여 BIM 업무 활성화에 노력하여야 한다.
- 정부에서 지원하는 BIM 교육 프로그램뿐만 아니라 산업계 스스로도 BIM 전문가를 양성하기 위한 교육과 지원을 하여야 하며, 또한 실무진들에게 많은 현장 경험을 통하여 BIM 전문가로 양성하도록 해야 한다.

- BIM을 통하여 단순 노동 산업이라는 건설산업의 이미지에서 탈피하여 첨단 건설 IT 고부가가치 산업으로 탈바꿈 할 수 있다고 인식하고 적극 참여하여야 한다.
- BIM 지속적으로 추진할 수 있도록 전담부서의 신설 등 BIM 활성화를 위한 환경을 정비하여야 한다.
- 지속적인 BIM 관련 기술개발 투자로 경쟁력을 확보하여야 한다.

3.2.3 학계

- 정부-산업계에서 시행하는 교육 외에 BIM 관련 인력 양성을 위하여 교육과정을 개설하여 인력층을 두텁게 하여야 한다.
- BIM 관련 연구 및 기술개발 등으로 경쟁력을 확보하여야 한다.

4. 소결

본 연구에서 BIM 도입 시 위험요인을 다음의 표 2.3.16과 같이 제시하였다.

표 2.3.16 BIM 도입 시 위험요인 정리

구분	도출된 위험요인
기술적 요인	IFC 표준화 어려움, 성과품 공유체계 미비, 3D 모델링 한계, 데이터 품질 및 신뢰도 확보체계 부족, GIS 정보 신뢰도 검증 미흡
경제적 요인	초기투자 필요, 설계자 인력 투입비용 증가, 시스템 구축 및 유지 관리 비용 발생
사회적 요인	BIM 도입 거부감, 전문 엔지니어 부족, 인력양성 시스템 부재
정책적 요인	BIM 활성화 로드맵 미 구축, 정부-산업계-학계 간 역할분담 부재, 제도적 환경 미흡, 적용 가이드 부재

대응방안으로는 정부-산업계-학계 공동 대응방안으로써 3자가 참여하는 BIM Task Force 팀을 구성하여 운영하는 방안을 제시하였고, 각 주체별 대응방안을 제시하되 특히 정부의 역할을 제시하였다.

동서고금을 통틀어 새로운 시스템의 도입은 초기에 혼란을 야기하고, 많은 위험요인을 안고 있다. 도로분야 BIM 또한 낯선 시스템으로 도입 시 혼란과 위험을 초래할 수 있지만 사전에 치밀한 준비와 위험요인 분석을 통하여 전략적인 대응을 한다면 건설산업을 고부가가치 산업으로 성장시킬 수 있을 것이다.

제3장 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안)

제1절 도로분야 BIM도입을 위한 단계별 추진로드맵 및 실행계획

1. 도로분야 BIM 도입환경 및 도입현황

1.1 계획수립 배경

- 2000년 이후 국내외 건설환경 및 기술 패러다임은 3차원 모델링을 활용한 BIM (Building Information Modeling)으로 급속 전환 중
- 건축분야에서는 2009년 기본지침(국토부)과 2010년 가이드라인(조달청)을 수립하여 2012년부터 의무적용하고 있으며, 2016년부터 조달청 발주 건축공사 물량 전체에 확대적용 예정
- 국내 건설시장의 낙후문제 해결 및 도로분야 BIM 기술력 확보를 위하여, 도로분야에 BIM 도입을 위한 선진화 방안이 필요
- BIM체계로의 전환을 위하여 공사·공단별로 BIM 시범사업과 기술적용을 위한 초기 연구가 자체 수행되고 있으므로, 국가차원의 로드맵 제시를 통한 기술 정비가 시급

1.2 도로분야 BIM 도입환경

1.2.1 미래 환경변화와 전망

※「국가과학기술기본계획」은 미래 환경변화를 다음과 같이 전망

가. 저출산 및 고령화

□ 변화추세

- 총인구는 감소하는 가운데, 의료수준의 발전등에 따른 평균수명 증가로 고령화 가속화
- 저출산·고령화에 따른 생산가능인구 감소로 경제성장 둔화, 사회부담가중 등 광범위한 부정적 효과 발생

□ 정책 방향

- 생산가능 인구(노동력) 감소, 과학기술혁신 강화로 노동생산성 보완
- 국민 건강증진과 고령층 편의성 제고 등을 위한 대책 강화



그림 3.1.1 우리나라 인구구조 변화(통계청, 2010)

나. 경제성장 둔화 및 다극화

□ 변화추세

- 세계경제는 2012년 3%~4%수준으로 성장률이 둔화될 전망이며 우리나라 중장기 잠재성장률 하락 예상
- 중국, 인도를 비롯한 아시아 지역의 급격한 경제성장으로 미국, 일본, 유럽 중심의 세계경제가 다극화되고 있는 추세
- 배타적 자유무역협정이 2000년 이후 급속히 증가

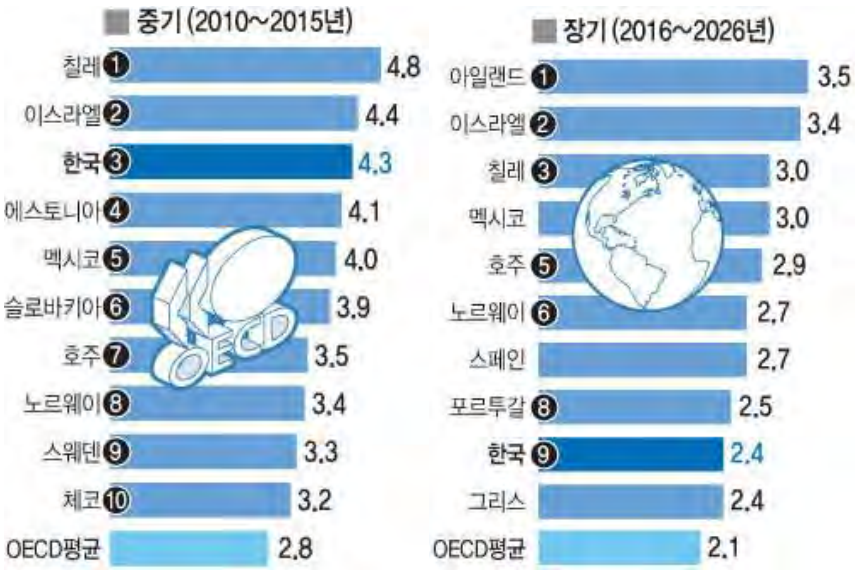


그림 3.1.2 우리나라 중장기 잠재성장률 순위 변화

□ 정책 방향

- 잠재성장률 확충을 위한 연구개발에 지속적인 투자 확대
- 아시아, 신흥국, 개발도상국 등으로 시장 다변화
- 취약분야 연구개발을 강화하여 대외경쟁력 제고

다. 에너지, 자원, 환경 문제 가시화

□ 변화추세

- 지속적인 유가급등, 자원확보 경쟁심화 등 국제에너지정세 변화로 지속가능한 에너지 수급체제 구축의 필요성 증대
- 지속가능한 성장과 삶의 질 개선을 위한 환경문제 해결에 대한 수요 증가
- 지구온난화 심화는 생활양식과 환경을 빠르게 변화시키는 등 전세계 위협요인으로 지구차원의 대처노력 증대

□ 정책 방향

- 친환경 에너지자원분야 기술개발로 지속가능 에너지수급체계 기반구축

라. 지재권 분쟁 심화

□ 변화추세

- 세계경제 침체에 따른 선진국 기술보호주의 강화
- 우리기업의 해외진출 확대로 외국기업의 특허공세 심화



그림 3.1.3 우리 기업-외국기업 간 국제특허분쟁 현황

□ 정책 방향

- 글로벌 기술규제에 대한 대응 및 지원확대
- 시장선도형 기술발굴 및 지재권 강화, 중소기업 지재권보호 지원 확대

마. 일자리문제 대두

□ 변화추세

- 미국 금융위기와 유럽국가 국가부도 등에서 촉발된 세계경제침체 회복을 위해 주요국 경제활성화 정책의 화두로 일자리 창출이 부각
- 우리나라도 제조업으로 대표되는 국내 산업의 고용여력이 급감하고, 상대적으로 고용 여력이 큰 서비스 분야에서도 고용창출이 둔화
- 연구개발을 통해 일자리 문제의 해결 필요성 증대

□ 정책 방향

- ICT융합기반 주력사업 고도화, 신산업 창출을 통해 일자리 창출 확대
- 기술창업, 새로운 직업군 창출 등 직접적 일자리 창출정책도 병행 추진



그림 3.1.4 우리나라 취업자 및 실업자 수 현황

1.2.2 주요국 경제 및 과학기술 혁신정책

※「국가과학기술기본계획」은 주요국 정책을 다음과 같이 분석

가. 거시경제정책

- 미국, 일본 중국 등 각국 정부는 일자리 창출을 위해 제조업 부활을 강조
- 미국은 법인세 감면, 해외이전 세제혜택, 근로자 200만명 기술훈련, 제조업 혁신연구기관 15개 이상 설립 등의 정책을 통해 2016년까지 제조업 일자리 100만개 창출을 위하여 노력
- 유럽은 신산업정책의 일환으로 2020년까지 제조업 비율을 16%에서 20%로 확대 도모, 중장기적으로 신기술 개발과 ICT기술을 접목한 국가 인프라 확충 등 성장기반 구축 병행

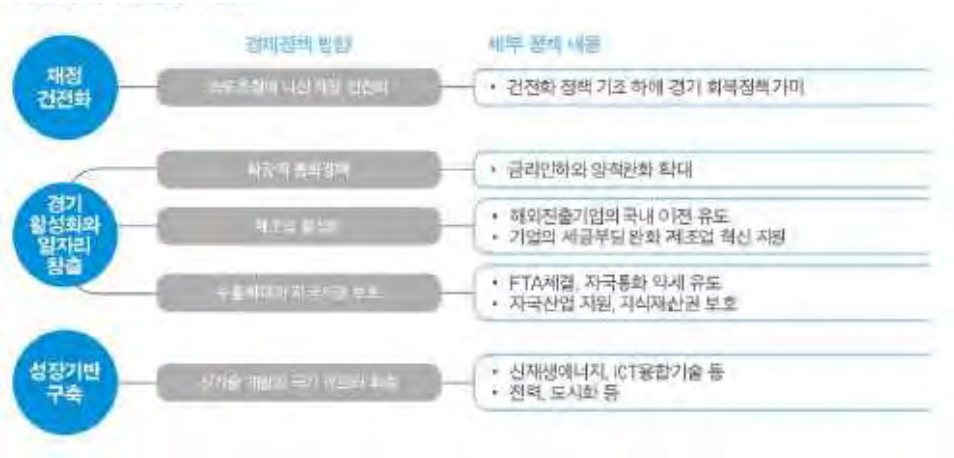


그림 3.1.5 주요국 거시경제 흐름

- 전 세계적으로 안정적인 경제성장을 견인하기 위하여, 재정건전화, 경기활성화와 일자리 창출, 성장기반 구축 등을 목표로 정책추진
- 세부 경제정책의 일환으로 제조업 활성화, 신기술 개발 및 국가인프라 확충 등의 정책 방향 견지

나. 미국의 과학기술혁신 정책

- 2011년 미국은 '미국 혁신 전략'이라는 정책을 통하여 경제성장과 번영 확보를 목표로, 연구 및 실험 세액공제, 지식재산권 보호강화 등 민간혁신투자 역량을 확충하고 투자를 유인

- 새로운 산업 플랫폼 형성을 위한 대학 기초연구 강화, 기업 연구개발투자 장려 정책 강화 등을 목표로 정책 추진
- 국민소득 대비 총 연구개발비 비율을 2009년 2.87%에서 3%로 확대
- 세계 인재유입 강화를 위한 이민법 개정, 해외 생산기지 본국 이전 가속화를 통한 일자리 창출과 경제 활성화
- 하이테크 인력수요 대응을 위해 대학-기업-창조계층 파트너십을 중심으로 새로운 고등학교 교육과정 재설계 등을 정부가 지원

다. 유럽의 과학기술혁신 정책

- '유럽 2020 전략(Europe 2020 Strategy)' 정책을 통하여 연구개발 투자확대 등을 기반으로 한 경제성장과 고용증대, 에너지효율성 증대, 교육강화, 빈곤퇴치의 동시 실현 추진
- 유럽의 금융경제위기를 타계하기 위한 전략으로 Smart Growth, Sustainable Growth, Inclusive Growth 제시
- 연구개발 총 책정예산을 1,025만 유로, 지급가능 금액을 9,720만 유로로 확대하여 유럽사회가 직면하고 있는 기후변화, 고령화, 글로벌 경쟁, 사회통합 등의 문제해결 적극 지원

라. 일본의 과학기술혁신 정책

- 일본은 후쿠시마 원전사고 이후 과학기술 정책을 재해로부터의 부흥·재건과 지속적인 성장·발전으로 전환
- 분야별 연구중심에서 '과제 해결형'으로 전환
- 2012년에는 환경 및 에너지, 보건의료, 과학기술과 정보통신, 금융, 관광 및 지역활성화, 아시아경제 통합, 교육 및 인재 육성이라는 기존 7개 성장동력 분야 외에 중소기업, 농수산물, 국토와 지역의 균형적 발전전략을 신규 추가
- 2013년 산업 및 과학기술 부문 아베노믹스 전략을 통해 민간기업 투자확대와 제조업 경쟁력 제고를 위해 연구개발 성과를 경제성장으로 연결하는 전략 추진
- 경제성장을 위해 아래 그림 3.1.6과 같이 세계의 프론티어, 일본의 세계 성장센터화, 세계최고의 기개 전략 제시

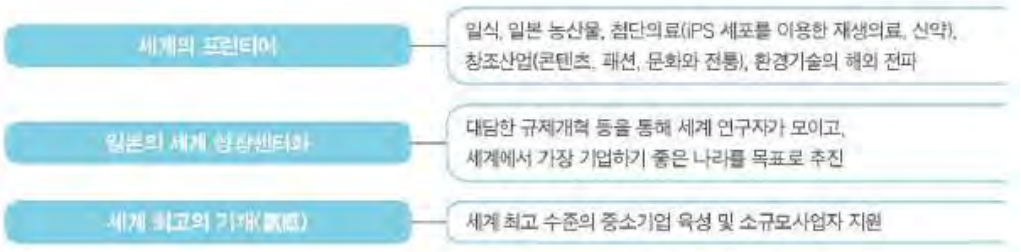


그림 3.1.6 일본 과학기술 정책 변화

마. 중국의 과학기술혁신 정책

- 중국은 '국민경제 사회발전 제12차 5개년 계획' 정책을 통하여 제조업 중심에서 창의성 중심국가로의 전환을 목표로, 경제 구조조정, 과학기술 진보와 혁신, 자원절약형 사회건설 등을 통한 경제발전방식 전환 추진
- 내수확대 기반 경제성장 모델 전환을 도모하고 과학기술 진보와 혁신 기반의 전략적 신규산업 육성 추진
- '과학기술발전 제12차 5개년 계획'은 연구개발 투자를 대폭 확대하고, 독자 기술개발 능력을 제고하며, 과학기술인재를 육성하는 것을 주요 골자로 함
- '창의'를 중국 경제성장 방식의 변화를 이끄는 주요 수단으로 인식하고 과학기술 정책 전개
- 국유기업과 중소기업의 양화융합(산업과 ICT융합을 통해 선진화를 실현)을 기반으로 과학기술 정책을 중점 수행

1.2.3 건설산업 패러다임 변화

※ 수자원공사는 건설산업 패러다임을 다음과 같이 분석

가. BIM(Building Information Modeling)의 정의

- 2000년 이후 국내·외 건설 환경 및 기술 패러다임은 3차원 모델링을 활용한 BIM(Building Information Modeling)으로 전환되고 있음. BIM은 일반적으로 Building Information Modeling 또는 Building Information Model 두 가지 모두를 말함
- Wikipedia(2014)는 “Building Information Modeling (BIM)은 시설물의 물리적, 기능적 특성을 디지털 표현으로 만들고 관리하는 과정이다.”라고 정의하고, “Building Information Model은 시설물에 대한 의사결정을 지원하기 위한 교환 또는 네트워크될 수 있는 파일이다.”라고 정의하고 있음
- 또한, The US National Building Information Model Standard Project Committee(2014)는 “Building Information Modeling은 시설물의 물리적, 기능적 특성을 디지털로 표현하는 것임. 즉 BIM은 시설물의 수명주기-초기 개념설정단계부터 철거까지 - 동안 모든 판단의 확실한 기저를 형성하는 시설물 정보의 공유 지식자원이다.”라고 정의하고 있음

나. 건설산업의 동향

- 건설 산업은 가장 오랜 산업적 전통을 가진 장수 산업으로서, 사회 환경과 과학기술상의 모든 첨단적 변화의 과정과 발전의 결과를 수용하고, 사회적 요구에 부응하여 인간 활동을 지원하는 건축물과 도로, 철도, 항만, 댐 등의 토목 기반시설을 건설하는 기능을 담당하고 있음
- 건설 산업은 정보를 종합관리하는 산업으로서 사업주가 직접 공사에 관계되는 설계자, 목수, 주변시민, 거리, 지역, 도시 등 모든 주,객체와 광범위에 걸쳐서 일일이 소통하면서 공사를 진척시켜 가는 산업임
- 우리나라는 1950년~1980년대에는 경제적 성장을 위한 개발우선정책에 따라 국토개발계획을 중점적으로 추진하여 왔으며, 1990년~2000년에는 환경관리정책의 중요성이 대두됨에 따라 국토개발과 환경관리가 항시 대치되어 왔음
- 21세기인 현재로서는 국민들의 경제적 성장 및 삶의 질 향상으로 국토개

발과 환경보전의 통합적 추진이 이슈가 되고 있어 이제 공공건설부문에서도 시대적 변화에 발맞추어 국민들의 목소리에도 귀를 기울여야 함

다. 건설 노동 생산성에 대한 심각한 문제 발생

- 1964년 이후 농업을 제외한 다른 산업의 노동생산성은 급속히 올라간 반면 건설 산업의 노동생산성은 서서히 퇴보하고 있음[그림3.1.7]. 즉 40년 동안 비농업산업의 노동생산성은 2배 이상이 된 반면, 건설 산업의 노동생산성은 1964년에 비하여 10%가 감소

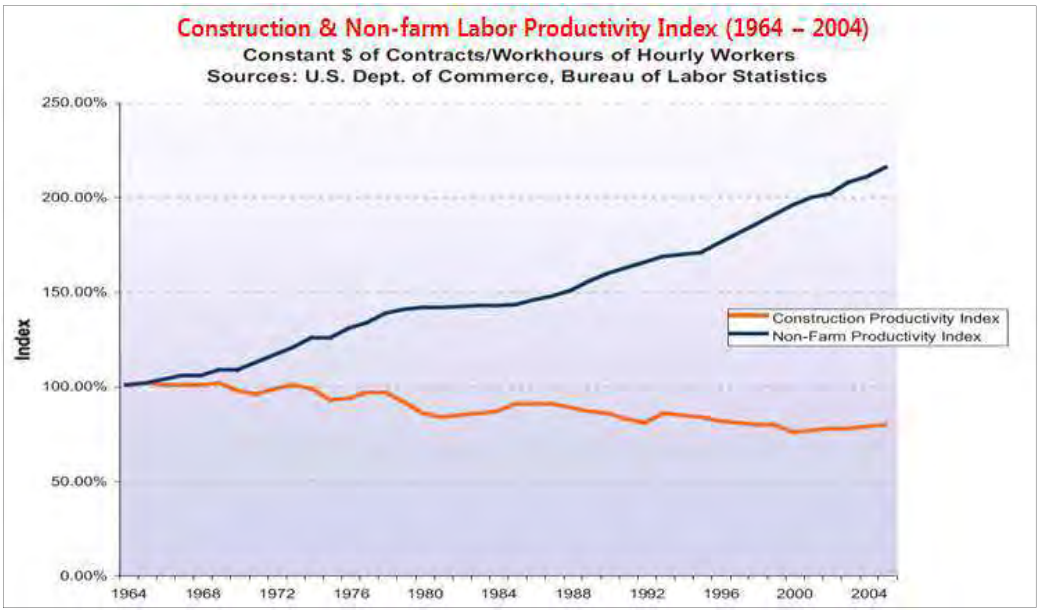


그림 3.1.7 미국 노동 생산성의 변화

- 1997년 영국 정부의「이건 리포트」를 보면 건설 산업이 다른 산업에 비해 이윤이 적고 오류로 인한 손실이 많으며, 교육 및 연구개발에 투자가 적은 심각한 문제를 갖고 있다고 진단. 이를 극복하기 위해서 통합된 건설 프로세스와 리더십을 바탕으로 건설비용과 기간을 연10% 줄이고, 오류를 연 20% 줄여가자는 것이 골자임
- 영국의 이코노미스트지는 건설사업 과정 속에서 30%의 재시공이 이루어지고 있으며, 60%의 노동력 손실과, 10%의 자재 낭비가 항시 발생하고 있다고 함. 이러한 손실은 정보전달체계 부족과 설계오류, 그리고 그에 대한 수정과정 내에서 발생하고 있다고 분석

- 미국의 NIST(미국국가표준기술원)는 건설과정 중 설계변경, 품질저하, 협업부족, 법적소송 등의 요인으로 엔지니어링 시간의 40%는 정보를 찾고 입증하는데 소요되고, 프로젝트 비용의 30%가 부족한 의사소통으로 인해 낭비된다고 분석. 정보가 계획, 설계, 시공, 운영단계까지 순환체계를 갖는다면, 건설사업 공정상 50%의 시간 절약과 14%의 유지관리 비용이 절감될 것이라는 분석 제시[그림 3.1.8]

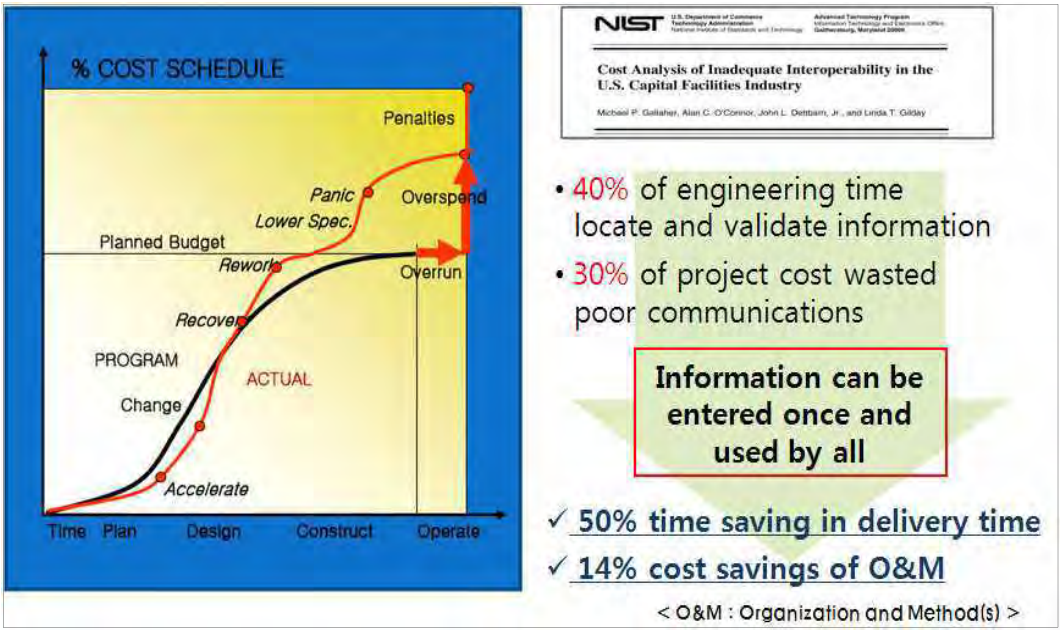


그림 3.1.8 정보기술 발전에 따른 건설 분야 효과

라. 건설 현업의 문제점

- 건설산업의 경우, 많은 사업자가 참여하는 큰 프로젝트에서 의사소통을 원활히 하기 위해서는 2D 캐드 도면을 쓰는 방식으로 돌아가야 하는 경우가 종종 있음
- 제조업의 경우 같은 파트너와 협업을 하는 경우가 많으나, 건설프로젝트의 경우 매번 다른 협력업체끼리 작업하다가 해산하는 경우가 일반적인 결과, 경험을 통해 의사소통을 향상시켜 나갈 가능성이 적거나 없음
- 경쟁력이 커지고 있는 글로벌화 압력에 대응하기 위해서는 선진업체들이 다른 업체보다 더 빠르고 효율적으로 일할 수 있도록 변화를 일으켜야 할 것임

표 3.1.1 건설현업의 문제점

문제점	세부요인
구조물 거대화 및 복잡화	▪ 기술 발달로 구조물 구성자재 정보, 도면, 문서의 급격한 증가 ▪ 구성자재의 이력 및 표준자재의 실시간 파악·관리 난이
수평적인 업무환경	▪ 설계.시공이 분리되어 상호 협업이 어려움 ▪ 설계단계에 시공성 고려 미흡으로 시공 시 문제점 발생
ICT 기술 적용의 더딤	▪ 2차원 문서 및 도면 기반에서 3차원 기반 환경으로 전환 시점 ▪ 수작업 설계변경/승인, 도면/문서 배포로 업무의 비효율
통합적인 관리 부재	▪ 공사기간이 늘고 프로젝트 절차 및 정보의 효과적 관리난이

마. 부처 차원의 동향

- 국토교통부의 제5차 건설기술진흥기본계획은 “건설기술 한류로 여는 5대 건설강국”이라는 비전 아래, “건설기업 설계경쟁력 세계 10위”와 “건설엔지니어링 해외 수주비율 5%”를 목표로, 3대 전략, 7개 분야 과제 제시
- 또한 건설시장, 인력, 기술 측면에서 변화 촉진요인과 이에 대비한 과제를 표 3.1.2와 같이 제시

표 3.1.2 건설 산업 변화의 촉진 요인별 정부 정책

구분	변화 촉진 요인	건설기술진흥기본계획 추진과제(국토부)
건설 시장	▪ 국내 신규 건설시장 축소에 따른 O&M 중심의 시장 재편 ▪ 고비용, 저효율화 구조에서 고부가가치, 고효율화 구조로 개선 ▪ 해외건설 진출(수주) 증가로 선진 건설기술의 활용 확대	▪ 유지관리 과정의 취약요소를 D/B화하고 피드백하는 선순환적 유지관리 촉진 ▪ 전방위적 건설엔지니어링 해외진출 지원체계 구축 ▪ 해외 ENG 수주역량 강화를 위하여 프로젝트 타당성 조사
전문 인력	▪ 노동집약화 세대에서 글로벌 정보화 세대로의 전문인력 재편 ▪ 기술 중심의 시장 경쟁 체제에 대한 전문 인력 관리의 필요성 증대	▪ 글로벌 산업 환경에 맞는 인력관리 ▪ 국가 간 전문인력 교류,인정범위 확대 ▪ 미래유망 산업과 해외사업에 필요한 전문교육 확대 및 해외현장훈련 지원
건설 기술	▪ 2차원 문서 및 도면 기반의 업무 환경에서 3차원 기반 환경으로 전환 ▪ 건설정보의 실시간 확인 및 효율적인 관리를 위한 체계 구축의 필요성 증대 ▪ ICT 융합기술의 필요성 증대 ▪ 개별 기술 의존형에서 통합 기술 관리 시스템화로 발전	▪ 건설 全분야 BIM도입 기반을 마련하고 건설정보체계의 활용범위 확대 ▪ 시설물 자산가치 평가기법과 BIM기술을 연계하여 생애주기(LC)기반의 ‘스마트 유지관리’확립 ▪ 정보표준화 및 정보통신기술 융복합 연구

바. 건설시장의 요구

- 건설시장에서는 기술력을 비롯한 고도의 관리시스템 제공과 목적물의 완성에 있어 단순 시공에서 계약 및 인허가, 설계 관리영역 등 시공을 위한 준비단계와 사후관리 영역까지 확대하여 수반되는 모든 Process의 신속성과 정확성을 요구하고 있음
- 프로젝트가 대형화, 복합화되고 있으며, 디자인의 고도화, 비정형화 요구를 수용 할 수 있는 기술과 관리 시스템이 요구되고 있음
- 현재 건설산업은 단순 용역을 제공하는 기존의 패러다임을 넘어선 첨단 기술과 예술이 결합된 종합 Service Package를 제공할 수 있는 Total Solution Provider가 되기를 요구받고 있음

사. 현행 건설프로세스의 문제

- 최근 국내에서 새로운 건설기술을 요구하는 공공발주 사례가 증가하고 있지만 그에 따른 프로세스의 한계는 표 3.1.3과 같은 문제를 내포

표 3.1.3 현행 프로세스의 한계

구분	내용
프로젝트 비용 산출근거의 불명확성	▪ 실제 시설물과 도면·물량산출서의 비교·확인이 어려움 ▪ 정확한 프로젝트 비용 산출이 불명확함 ▪ 불명확한 프로젝트 비용은 곧 발주자의 리스크로 부담
정확한 도면산출이 어려운 구조물 증가 추세	▪ 비정형/곡면 구조물 증가 추세 ▪ 설계자의 직관적인 능력에 의존한 2차원 도면의 정확성을 담보하기 어려워 건설 업무 리스크 증가
도면불일치 및 낮은 생산성	▪ 각기 다른 주체들로부터 개별적으로 작업된 도면이 서로 상이함에 따라 도면품질의 저하가 야기됨
물량 산출근거의 불명확성	▪ 기존의 물량 산출 작업은 대부분 수작업에 의존하며 이로 인하여 오류 발생 가능성이 존재함
시공 품질의 저하	▪ 단순히 2D 도면으로는 오류 파악이 불가능하고 재시공, 공기지연으로 인하여 시공 품질 저하가 우려됨
건설 프로젝트 대형화로 전체 프로세스 이해의 어려움	▪ 대형화·복합화된 건설프로젝트에 대한 요구사항 증가 및 복잡화

1.3 BIM 적용 사례

1.3.1 건축분야 적용 사례

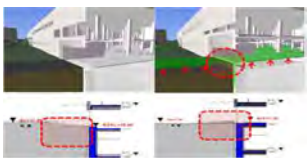
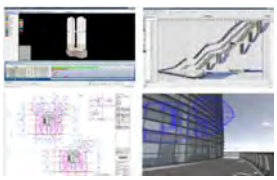
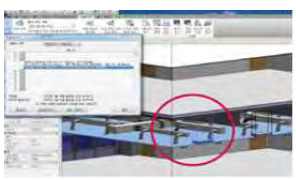
가. 국내 건축분야 사례

- 건축분야의 경우 공공 및 민간 부분에서 BIM 기술을 적극적으로 도입하고 활용하고자 노력하고 있음

※ (공공분야) 조달청, 세종시, LH공사 등 공공기관이 주도하는 BIM 도입의 경우 MEP간섭검토, 시공성 검토 등 시공관리에 시범적으로 도입

※ (민간분야) 쌍용건설, 삼성물산, GS건설 등 대형건설사를 중심으로 시범사업 진행을 통하여 공정관리, 간섭검토 등 특정 업무에 집중하여 필요성에 따라 개별 적용

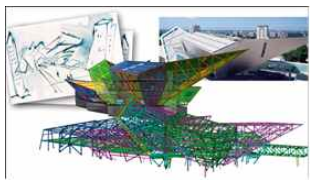
표 3.1.4 국내 건축분야 사례

구 분		내 용
국방시설본부 201사업		·설계단계부터 BIM 적용을 통해 공정관리, 설계오류 검토, 물량산출, 성과품 검토에 활용
남산 States 타워		·철저한 사전 가설계획, 자재 양중계획이 요구되는 도심지공사의 위험을 줄이기 위하여 BIM 기술 도입
D-Cube City		·BIM기술을 설계검토, 4D 시뮬레이션을 활용한 공정관리, BIM기반 의사소통 효율화를 목표로 하였음
용인시민체육공원		·계획단계부터 기본설계·실시설계 전 단계에 BIM을 의무 적용하도록 한 사례 ·건축, 조경 및 전체에 BIM 초기 모델을 이용하여 각종 도면과 계산서, 보고서 제출
건강보험심사평가원		·건설사업 전 단계에 BIM 도입을 검토하였으며 각 단계별로 BIM기술을 적용하고자 전략을 수립

나. 해외 건축분야 사례

- 해외의 경우 발주처의 요구로 BIM을 도입하였으며, 기획 및 설계 초기부터 BIM기술을 적용하여 발주자, 설계자, 시공 관리자가 협업을 할 수 있도록 하였음
- 설계오류 검토, 시공성 검토, 프로젝트 진도관리 등 다양한 분야에 BIM기술을 활용하고자 노력하고 있음

표 3.1.5 해외 건축분야 사례

구 분		내 용
아제르바이잔 국영석유공사 사옥		·2차원 도면을 기반으로 BIM모델을 생성 ·BIM 모델링 과정 중 설계도면의 정합성 및 적합성에 대한 오류 발견 시 그 결과를 토대로 오류검토서를 작성
미국 National Park		·BIM기술을 활용하여 구조 부재간 불일치 분석을 통해 설계오류를 사전에 발견하여 설계변경으로 인한 시공기간 연장을 미연에 방지
미국 Freedom Tower		·BIM을 기반으로 한 정보통합 및 효율적 의사소통을 목적으로 BIM프로젝트를 진행중
미국 Denver Art Museum		·BIM기술을 활용, 설계에서 시공에 이르는 다양한 협업과정을 성공적으로 이루었음
호주 The Eureka Tower Project		·프로젝트의 초기 단계부터 전 과정에 걸쳐 BIM툴을 활용, 공사진행계획, 실내디자인의 공동작업을 가능하게 함

1.3.2 토목분야 적용 사례

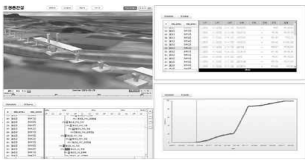
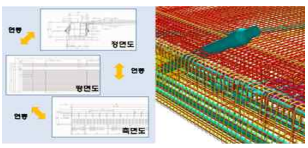
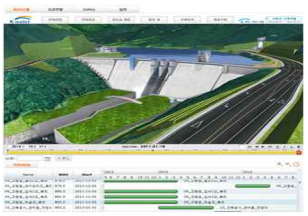
가. 국내 토목분야 사례

- 건축분야에 비하여 적용성 확인 단계에 머물고 있는 실정

※ (공공분야) 한국도로공사, 한국수자원공사, 한국철도시설공단 등 공사·공단을 중심으로 BIM기술 시범 적용

※ (민간분야) 건축분야에 비하여 적용 사례가 미흡한 실정이며, 관련 기준 및 가이드라인 부족으로 개별적으로 연구 진행중

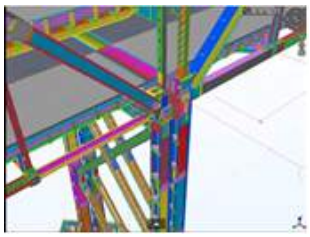
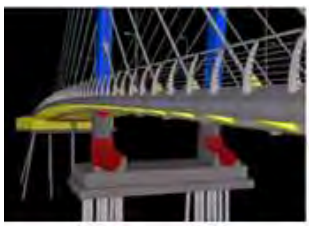
표 3.1.6 국내 토목분야 사례

구 분		내 용
호남고속철(제2-4공구)		·짧은 설계 기간 및 복잡한 주변 여건(호남고속도로 교차)을 분석하고 극복하기 위하여 BIM 기술 도입
제2 돌산대교		·복잡하고 어려운 작업이 많아 공사 정확도를 높이고, 사전에 공기지연을 방지하기 위해 BIM을 적용 ·전체 철근 및 쉬스관을 3차원으로 모델링하여 철근 배근도를 생성하고 철근끼리의 간섭과 철근과 쉬스관의 간섭을 검토하여 오류를 해결
포항 영일만 남방파제 축조공사		·철근배근 합리화 및 원가절감 방안을 모색하기 위하여 BIM기법 중 3차원 철근 정보모델을 이용
서울 지하철 9호선		·비정형화된 형태의 구조물, 다량의 가 시설 및 구조물들의 간섭 공종, 설계 및 시공의 유동성 등을 해결하기 위하여 BIM 도입
보현산 다목적 댐		·다양한 복합공종으로 구성되어 있으며 댐 구조체의 타설 블록별 체계적인 공정관리가 전체 공기에 큰 영향을 미치기 때문에 BIM 기술을 도입

나. 해외 토목분야 사례

- 토목분야의 경우 특수교량의 형상분석 및 철근 간섭검토에 BIM 기술을 적용하고자 노력하고 있으며, 대형 프로젝트 뿐만이 아니라 소형 프로젝트에도 적극적으로 BIM기술을 도입하고 있음
- 도로 및 지하 터널 등의 경우 선형간의 교차 부분의 공간을 입체적으로 분석하기 위하여 BIM 기술을 도입하고 있음

표 3.1.7 해외 토목분야 사례

구 분		내 용
미국 Oakland Bay Bridge		·기존의 샌프란시스코 Oakland Bay Bridge의 해체 및 새로운 교량의 설계와 시공에 BIM 기술을 활용
미국 Alaskan Way Viaduct		·미국 워싱턴주 시애틀에 위치한 Alaskan Way의 시공을 위하여 BIM 기술을 활용 일반 공정 관리 및 시각화에 활용
미국 Highway Junction		·미국 아리조나 주 피닉스에 위치한 고속도로의 시공을 위하여 BIM 기술을 활용 Junction의 시공관리에 활용
핀란드 Crusell's Bridge		·핀란드 헬싱키에 위치한 총연장 173.4m 사장교인 Crusell's Bridge의 BIM 모델을 작성하여 시공관리에 활용
노르웨이 Bjørvika Tunnel		·노르웨이 오슬로에 위치한 총연장 675m의 Bjørvika 터널 시공에 BIM 기술을 기반으로 하여 시공성 검토에 활용

1.3.3 시사점

□ 건축분야 BIM의 경우 설계 고도화에 따른 요구사항 증가, 효용성 확인을 통한 발주자 요구수준 고급화에 따라 발주 및 적용 사례가 점차 증가하고 있음

- 비정형, 초고층 건축물 증가로 인한 발주자의 요구수준 고급화
- 건축물 에너지 효율 분석, 일조량 분석 등 친환경 설계 추세
- 유지관리 첨단화 및 생산성 향상 등의 목적으로 BIM 도입

□ 토목분야의 경우 공공기관 및 대형건설업체들이 구조물 중심으로 시범 도입 중

- 공정관리, 시뮬레이션, 설계오류 검토 등의 용도로 BIM 기술 활용중
- 전체 공종에 적용하기보다 필요에 따라 부분적 BIM기술 적용 단계

1.3.4 발전방향

□ 공공분야

- 공공분야의 경우 적극적으로 BIM발주를 통하여 BIM기반 기획, 설계, 시공, 유지관리 분야 프로젝트를 다수 수행하는 것이 필요
- IPD(Integrated Project Delivery)와 같은 발주제도 참조 및 도입을 통하여 발주단계부터 BIM을 고려한 프로젝트 수행이 필요함
- 다양한 사례 발굴을 통하여 BIM의 적용 가능성을 확인할 수 있도록 하며, 생애주기 전체 측면에서의 BIM의 효용성 분석을 통해 단기적 성과가 아닌 장기적인 관점으로 접근하여야 할 것임

□ 민간분야

- 민간분야의 경우 BIM과 관련된 새로운 기술을 선제적으로 도입하여 설계오류 검토, 시공성 검토와 같은 1차적인 BIM 활용에서 벗어나 BIM 데이터를 다각적으로 활용할 수 있도록 하여야 함
- 예를 들어 해외 민간 발주처에서 활용하고 있는 3차원 LIDAR와 같은 첨단 장비를 도입하여 BIM기술과 접목을 통해 BIM데이터의 활용성을 높이는 것이 필요함
- BIM 관련 기술축적을 통하여 국내뿐만이 아니라 해외에서의 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있도록 기업의 BIM 엔지니어링 역량을 확충하여야 할 것임

1.4 도로분야 BIM 도입 필요성

1.4.1 경제적 필요성

가. 도로 예산집행의 효율성 및 투명성

표 3.1.8 도로분야 BIM 도입 필요성

단계	필요성
설계단계	▪ 정확한 공사비 산출 필요 ▪ 설계도서 적산 오류 최소화 필요 ▪ 성과품 작성의 합리화 필요 ▪ 다수의 도면 및 불필요한 상세도면 작성 ▪ 설계•시공단계에서의 연계 및 활용성 부족 ▪ 중복 작업에 따른 예산낭비
시공단계	▪ 설계변경의 최소화 ▪ 현장여건과 상이한 설계 ▪ 시공 시 도면 등 성과품을 재작성 해야 하는 문제
유지관리단계	▪ 데이터 재입력으로 인한 생산성 저하와 표준화된 입력체계 미비로 인한 데이터베이스의 일관성이 결여 ▪ 설계•시공단계에서의 각종 정보 연계 부족

나. 해외건설 시장확보

- 도로건설에 첨단기법(BIM)을 도입하여 현재 지배적 강자가 없는 국제 토목 BIM 시장을 기술력으로 선점할 적기임
- 해외의 신규 인프라 발주물량이 BIM 기반으로 변화되므로 신속하게 BIM 기술력을 확보하여 시장 선점의 기회를 확보해야함

※ McGraw Hill의 2012년 SmartMarket Report를 보면 SOC에 BIM이 채택되는 비율이 세계적으로 46%에 이르러 건설 전반에 BIM기술이 확산되는 추세임을 알 수 있음

※ 영국 런던올림픽 East London Line, Qater Rail 프로젝트 등에서 BIM 실행계획 요구

※ 미국에서는 건설 단계에 정보공유 및 관리 미비로 낭비되는 손실액이 연 U$15.8B이며 (미국 NIST, 2004) 이는 건설업 총매출액의 3~4%에 해당

- 최근 해외 대형공사는 설계/시공 일괄입찰 방식으로 전환되고 있으며 설계단계에서의 사전 검증과 시공단계에서의 공정•자재•품질•안전관리가 가능한 BIM 관련 기술의 개발을 통한 경쟁력 확보는 해외 건설분야에서 고부가가치 분야인 계획분야로의 시장확대로 이어져 전반적인 해외건설 매출증대에 이바지할 것으로 예상

- 2015년 세계 건설IT융합시장 규모는 약 335조 원, 국내 시장은 2015년에 60조원 규모의 거대 시장으로 급성장할 것으로 예측(벤처기업협회 2009). ICT산업은 우리나라 전략 산업으로 고부가가치 시장창출 성공가능성이 매우 높아서 해외시장에서의 경쟁력 확보를 위해 건설기술과 정보통신기술(ICT)의 융합이 필수적임
- 건축분야의 BIM 기반 S/W 는 활발하게 활용되어 상당한 효과를 보고 있음. 그러나 토목 분야는 이제 시작단계라고 볼 수 있으며, 기 개발되어 일부 활용되는 S/W 들은 설계상의 오버헤드가 과도하게 발생하므로 BIM 활용의 진정한 효과는 보지 못하고 있음. 상황이 이러하므로 제대로 된 BIM 기반 도로설계 소프트웨어가 개발된다면, 국내외적으로 시장을 선점할 수 있게 될 것임

다. 건설업 위상 제고

- 국내 건설산업은 시장의 축소와 경쟁 심화, 글로벌 건설시장에서의 경쟁력 해결을 위한 건설분야의 선진화 방안을 마련할 필요가 있음. 건설 기술력 향상을 위하여 BIM을 활용한 혁신 건설기술은 건설업의 위상을 제고하고 새로운 고부가가치 시장 창출에 기여 할 수 있음

1.4.2 기술적 필요성

가. 시공기술의 고도화

표 3.1.9 시공기술 고도화에 따른 기술적 필요성

구분	필요성
원가관리	▪ 건설관리를 위한 정보통합의 관점에서도 원가관리는 공헌도가 가장 높은 건설업무 기능의 하나이나, 관리 목적의 원가계산시스템 구축이 거의 이루어지지 않고 있음
공정관리	▪ BIM 도입 시 공종별 공사진행을 실시간으로 관리할 수 있으며 지급자재의 적정 수급계획을 실현하여 성공적으로 공정을 관리할 수 있게 됨
품질관리	▪ 도로 시공단계에서 품질의 측정기준은 설계요건에 정확하게 일치하는지 여부에 따르는데 설계단계에서의 오류발생 제로화와 현장에서의 능동적 품질관리를 통한 시공품질 향상방안 마련이 필요
안전관리	▪ 공사 이해관계자와의 설계단계에서의 협업을 통한 고품질의 설계가 실현될 수 있도록 설계단계에서부터 시공의 가능성과 위험요인을 분석하고 이를 설계에 실현하기 위한 방안 마련이 필요

나. 설계기술의 선진화

표 3.1.10 설계기술 선진화에 따른 기술적 필요성

구분		필요성
지형공간정보의 통합		▪ 도로의 설계에 있어 지형공간정보의 활용은 필수적이며 수치지도와 같은 디지털화된 지형정보는 필수적임
설계기간 최적화		▪ BIM은 다양한 정보의 구축, 신속한 대안의 검토, 정확한 물량 및 내역의 생산 등이 가능하므로 이해관계자와의 협업을 통해 설계기간을 최적화 할 수 있음
3D 기반 설계기술 개발 필요	설계 간섭 최소화	▪ BIM을 활용한 설계기법은 3차원 시각화를 통하여 부재의 복잡한 형상을 이해하고 각종 부재간의 간섭 체크와 정확한 수량산출을 지원하여 도로 건설의 성공적 수행을 가능케 할 것임
	도로 설계 프로그램 분석	▪ 도로설계는 토공, 배수공, 포장공 등 각 공종별로 다른 프로그램을 사용하므로 프로그램간 상호 연계는 이뤄지지 않아 완전한 물량산출은 매우 어려움
	물량산출의 정확도 향상	▪ **물량 산출의 한계**: 2D기반의 물량산출은 수치를 수작업으로 입력한 후 산출, 집계하므로 단위수량 변경 또는 항목 변경 시 오작업의 가능성이 있음 ▪ **토공량 산출**은 양단면평균법으로 인한 오차가 존재함
	부재간 간섭	▪ 2D 기반의 도로설계는 배수구조물, 교량 및 터널구조물, 부대시설 등 각종 시설물의 조합에 의하여 구성되며 각각의 시설은 설치 위치와 형태에 따라 상호 영향을 받으며 간섭의 우려도 존재

1.4.3 사회적 필요성

가. 국가 경쟁력 제고

표 3.1.11 국가 경쟁력 제고에 따른 사회적 필요성

구분	필요성
공공부문의 위상제고	▪ BIM은 건설 프로젝트의 전체 프로세스를 통합하고 혁신함으로써 효율을 향상시키고 품질을 개선하는 효과를 거둘 수 있어 초기 공사비뿐만 아니라 운영·유지관리 비용 등의 총원가를 절감하고, 고품질의 결과물을 얻을 수 있음 ▪ 공공부문은 국민경제와 산업의 발전에 대한 리더로서의 역할을 수행하고 있어 건설산업에 대해서도 산업 구조의 개선과 생산성 향상을 제고할 수 있는 기회가 됨
건설산업의 고부가가치 산업화	▪ 해외건설사업의 평균 세전 수익률은 5% 수준이며, ▪ 외화가득률에서도 1차 산업의 77%에 비하여 절반 수준에도 못미치는 33%이고, 이는 건설 및 설계•엔지니어링의 선진국 대비 낮은 기술수준에 기인하며 타당성분석 및 기본설계, 시스템 엔지니어링 등 고부가가치분야로의 진출이 절실함 ▪ 따라서 BIM과 같은 정보화 기술을 통한 기술 경쟁력 확보가 필요
핵심 원천기술 자립화	▪ BIM의 경우 주력산업 고도화의 한축으로 예상되며 향후 해외 건설시장에서의 BIM 의무화 고려시 관련 분야의 지속적이고 체계적인 R&D 투자계획을 수립 할 필요가 있음

나. 건설산업 투명성 제고

- BIM은 도로 생애주기 전 과정에 대한 정보화가 가능하며 이러한 정보화는 부적격업체의 적발과 불공정한 하도급에 대한 상시감시체계 구축뿐만 아니라 인적, 물적, 시간적으로 시공 전단계에 걸친 투명한 관리도 가능하게 됨

다. 정보화

표 3.1.12 정보화에 따른 사회적 필요성

구분	필요성
건설사업 정보화	▪ 2014년 국토부는 「제4차 건설사업정보화(CALS)기본계획」에 공사 설계·시공 등의 최적화 등을 통한 생산성 향상을 위해 토목분야 BIM 표준, 성과품 검사도구 등의 개발을 포함
국가 SOC 서비스 고도화	▪ 정부의 국가정보화전략 주요 과제로 채택한 ICT 기반의 지능형 SOC 구축, ICT와 전통산업의 융•복합 전략수립 추진, SW산업 혁신을 통한 산업 도약 기반조성, 정보화를 활용한 사회 안전 기반 구축 등은 BIM을 통하여 확보할 수 있는 주요 효과들이며 이러한 SOC 분야에서의 정보 고도화는 기반시설의 선진화, 국민의 편익 증진에 이바지 할 것임

라. 국민 편익

표 3.1.13 국민 편익 관련 필요성

구분	필요성
사회적 갈등 해소	▪ 설계단계에서 주민설명회와 건설 착공단계에서 설계설명회 등을 실시하여 설계단계의 의견 수렴을 통한 갈등 최소화와 시공단계에서의 공사중 민원 발생 최소화를 위한 갈등 조정과정을 거치고 있으나 설계단계의 발생민원에 대한 충분한 갈등 조정에 한계가 있는 실정임 ▪ 미확정된 계획을 기준으로 발생 민원의 조정에 애로가 있으며 민원의 특성 상 개별적 의견을 기준으로 하여 분쟁 조정에 따른 상대 민원의 가능성도 존재함 ▪ 설계로부터 실시간 변경에 대한 영향분석이 가능한 BIM 기술이 필요한 또 하나의 커다란 이유임
시설물 이용자 편익 제고	▪ 증가될 도로의 유지관리 비용을 절감하기 위하여는 예방적 유지관리로의 전환이 필요하며 설계단계에서 시공단계를 거쳐 공용중 시설물의 공용성에 영향을 미치는 인자들에 대한 기본 데이터 구축이 필요하며 설계•시공•유지관리 전단계에 걸친 성능중심의 관리가 필요함. ▪ 이러한 건설 전단계의 데이터를 통한 건설 모니터링의 구현은 시설물의 공용성 향상과 유지관리 시 투자 우선 순위의 결정에 있어서 합리적인 판단을 가능케 할 것임

1.5 도로분야 BIM 도입 경제성 분석

1.5.1 비용·편익 측정 방법론

- 비용편익분석(Cost-Benefit Analysis)은 선택된 대안에 대해서 들어가는 비용과 이 대안으로 인하여 발생하는 편익을 분석하여 투자할만한 가치가 있는지 없는지를 판단하는 기준을 제공

1.5.2 비용 추정

- 도로분야 BIM 도입시 추가적으로 발생할 수 있는 비용을 정의하였으며, 그 산정 결과는 다음과 같음

가. 정부의 설계비 추가지출

- 정부가 BIM으로 설계 발주시 추가적으로 발생할 수 있는 설계비를 산정
- 우리나라에서 신규로 진행되는 도로(국도 및 고속국도) 프로젝트 비용은 2009년~2012년 동안 수행된 프로젝트의 평균 비용인 6 조원으로 가정하여 계산
- 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 비용에 대하여 계산을 수행하였으며, 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정
- 프로젝트 수행시 설계비 비율은 3%로 산정
- BIM 도입에 따른 추가비용 증가분의 경우 대한건축학회에서 수행한 “BIM 대가산정 기준 개선방안 연구”에서 실시설계 수준시 추가로 발생할 수 있는 업무량 증가분에 따른 추가 대가 산정기준(안)인 17 %를 활용

(비용 1) 정부의 설계비 추가지출 금액

= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 비용의 총 합 × 프로젝트 수행시 설계비 비율 × BIM 도입에 따른 추가비용 증가분

= 31 조원 × 3 % × 17 %

= 1,586 억원

나. 정부의 시공비 추가지출 금액

- 정부가 BIM으로 설계 발주시 추가적으로 발생할 수 있는 시공비를 산정
- 우리나라에서 신규로 진행되는 도로(국도 및 고속국도) 프로젝트 비용은 2009년~2012년 동안 수행된 프로젝트의 평균 비용인 6 조원으로 가정하여 계산을 수행
- 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 비용에 대하여 계산을 수행하였으며, 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정
- 시공시 BIM 도입에 따른 추가 비용 산정 비율의 경우 Brittany Giel and Raja Issa(2012)의 실제 사례 연구에서 프로젝트 수행시 반영되었던 BIM 비용인 계약가격의 0.5 %을 활용

(비용 2) 정부의 시공비 추가지출 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 비용의 총 합 × 시공시 BIM 도입에 따른 추가 비용 산정 비율
= 31 조원 × 0.5 %
= 1,554 억원

다. 정부의 유지관리 추가지출 금액

- 정부에서 BIM 기술을 활용하여 유지관리시 추가적으로 발생할 수 있는 유지관리 비용을 산정
- 우리나라 정부에서 관리하는 자산의 규모를 600 조원으로 산정하였으며 이를 60조원씩 나누어 관리하는 것으로 가정
- 또한 연구 종료 후 10년 동안 발생하는 유지관리 추가지출 금액을 계산
- 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정
- BIM 도입에 따른 추가비용 증가분의 경우 유지보수가 대부분 시공인 관계로 시공비 추가 지출 비율인 0.5%를 활용

(비용 3) 정부의 유지관리 추가지출 금액

= 연구 종료 후 10년 동안 관리하여야 하는 자산 금액의 총 합 × 신설노선대비 발생하는 유지관리비 비율 × BIM 도입에 따른 추가비용 증가분
= 376 조원 × 0.5 %
= 1.88 조원

라. 정부의 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안) 수행에 따른 비용

- 본 연구용역을 통해 산정한 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안) 수행에 따른 비용은 아래와 같음

(비용 4) 정부의 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안) 수행 비용
= 425 억원

1.5.3 편익추정

- 도로분야 BIM 도입시 추가적으로 발생할 수 있는 편익을 정의하였으며, 그 산정 결과는 다음과 같음

가. 정부의 시공단계 편익 금액

- 정부가 BIM으로 시공 발주시 설계변경 최소화로 발생할 수 있는 편익을 산정
- 우리나라에서 신규로 진행되는 도로(국도 및 고속국도) 프로젝트 비용은 2009년~2012년 동안 수행된 프로젝트의 평균 비용인 6 조원으로 가정하여 계산을 수행
- 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 비용에 대하여 계산을 수행하였으며, 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정
- 총 사업비 대비 5%이상 설계변경 비율과 정부에 의해 설계변경이 일어나는 비율의 경우 2010년 국정감사 시 지방 5개 국토관리청에 대한 설계변경 발생현황 통계를 활용

- 또한 설계 문제로 설계변경이 일어나는 비율의 경우 '감리자의 기술검토에 따른 설계변경(12%)', '설계부실(10%)', '시공자의 요구(9%)'의 합으로 산정

(편익 1) 정부의 시공단계 편익 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 비용의 총 합 × 총 사업비 대비 5%이상 설계변경 비율 × 설계 문제로 설계변경이 일어나는 비율
= 31 조원 × 21.9 % × 31 %
= 2.1 조원

나. 정부의 유지관리단계 편익 금액

- 정부에서 BIM 기술을 활용하여 유지관리시 추가적으로 발생할 수 있는 편익을 산정
- 우리나라에서 도로 유지관리에 소요되는 비용을 2013년 도로 보수 실적인 총 2.24 조원으로 산정
- 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 유지관리 비용에 대하여 계산
- 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정
- 유지관리 비용 절감 비율의 경우 NIST에서 분석한 유지관리 절감 비율인 14%를 활용

(편익 2) 정부의 유지관리단계 편익 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 유지관리비용의 총 합 × 유지관리 비용 절감 비율
= 12.54 조원 × 14 %
= 1.756 조원

다. 설계사가 국내에서 설계비용 절감에 따른 편익 금액

- 설계사에서 BIM 활용시 설계비용 절감에 따른 편익 금액을 산정

- 우리나라에서 신규로 진행되는 도로(국도 및 고속국도) 프로젝트 비용은 2009년~2012년 동안 수행된 프로젝트의 평균 비용인 6 조원으로 가정하여 계산을 수행
- 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 비용에 대하여 계산을 수행하였으며, 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정
- 프로젝트 수행시 설계비 비율은 3%로 산정
- BIM 도입시 설계효율화에 따른 설계비용 저감분의 경우 핀란드 YIT사에서 BIM설계 시스템 도입으로 저감한 설계비용 요율인 2%를 활용

(편익 3) 설계사가 국내에서 설계비용 절감에 따른 편익 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 비용의 총 합 × 프로젝트 수행시 설계비 비율 × BIM 도입시 설계효율화에 따른 설계비용 저감분
= 31 조원 × 3 % × 2 %
= 187 억원

다. 시공사가 국내에서 시공비용 절감에 따른 편익 금액

- 시공사에서 BIM 활용시 시공비용 절감에 따른 편익 금액을 산정
- 우리나라에서 신규로 진행되는 도로(국도 및 고속국도) 프로젝트 비용은 2009년~2012년 동안 수행된 프로젝트의 평균 비용인 6 조원으로 가정하여 계산을 수행
- 연구 종료 후 10 년 동안 발생할 수 있는 비용에 대하여 계산을 수행하였으며, 현재가치 계산을 위한 국채수익률은 연 5.5 %로 가정
- BIM 도입시 시공효율화에 따른 시공비용 저감분의 경우 Kristen Barlish(2011)의 연구사례에서 활용한 요율인 6%를 참조

(편익 4) 시공사가 국내에서 시공비용 절감에 따른 편익 금액
= 연구 종료 후 10년 동안 발생할 수 있는 비용의 총 합 × BIM 도입시 시공효율화에 따른 시공비용 저감분
= 31 조원 × 6 %
= 1.87 조원

라. 설계사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액

- 설계사에서 BIM 활용을 통한 해외 수주 증가에 따른 이익 금액을 산정
- 2012년 기준 해외 시장에서 우리나라 설계·엔지니어링사의 수주 금액인 10억 달러를 기준으로 산정
- BIM 도입에 따라 해외 시장 점유율이 2012년 현재 1.4%에서 5%로 증가시 발생하는 수주 증가분(연구 종료후 10년 동안)과 국내기업의 해외시장에서의 평균 영업 이익률인 5%(해외건설협회 산정)를 기준으로 계산

(편익 5) 설계사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액
= BIM 도입시 해외 시장에서 설계·엔지니어링사 수주 증가분(연구 종료후 10년 동안) × 국내기업의 해외시장에서의 평균 영업 이익률
= 13.32 조원 × 5 %
= 6,662 억원

마. 시공사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액

- 시공사에서 BIM 활용을 통한 해외 수주 증가에 따른 이익 금액을 산정
- 2012년 기준 해외 시장에서 외국회사에 개방된 공사발주물량인 0.8조 달러를 기준으로 산정
- BIM 도입에 따라 해외 시장 점유율이 2012년 현재 8.1%에서 10%로 1.9% 포인트 증가시 발생하는 수주 증가분(연구 종료후 10년 동안)과 국내기업의 해외시장에서의 평균 영업 이익률인 5%(해외건설협회 산정)를 기준으로 계산

(편익 6) 시공사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액
= BIM 도입시 해외 시장에서 시공사 수주 증가분(연구 종료후 10년 동안) × 국내기업의 해외시장에서의 평균 영업 이익률
= 78.76 조원 × 5 %
= 3.94 조원

1.5.4 비용 편익 분석

- 앞서 산정한 비용 및 편익을 기반으로 도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익 분석을 수행
- 아래의 표는 비용 및 편익의 각 항목에 따른 값을 정리한 것임

표 3.1.14 비용 편익 분석 자료

구분		항목	금액
비용	1	정부의 설계비 추가지출 금액	0.1586 조원
	2	정부의 시공비 추가지출 금액	0.1554 조원
	3	정부의 유지관리 추가지출 금액	1.88 조원
	4	정부의 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안) 수행 비용	0.0425 조원
비용 소계			2.2365 조원
편익	1	정부의 시공단계 편익 금액	2.1 조원
	2	정부의 유지관리단계 편익 금액	1.756 조원
	3	설계사가 국내에서 설계비용 절감에 따른 편익 금액	0.0187 조원
	4	시공사가 국내에서 시공비용 절감에 따른 편익 금액	1.87 조원
	5	설계사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액	0.6662 조원
	6	시공사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액	3.94 조원
편익 소계			10.3509 조원

- 도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익은 다음과 같음

□ 도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익
= 10.3509 조원 ÷ 2.2365 조원
= 4.628

- 해외 시장 수주 증가분 제외시, 도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익은 다음과 같음

□ 도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익(해외시장 제외)
= 5.745 조원 ÷ 2.2365 조원
= 2.569

- 해외시장 점유 증가시 혹은 제외시 모두 각각 4.628과 2.569의 비용/편익이 나와 모든 경우 도로분야 BIM 도입이 타당한 것으로 분석

1.6 국내외 BIM 기술수준

1.6.1 논문 분석

가. 국내 논문 분석

- '07~'13년도까지의 논문 분석 결과 현재까지 BIM기술 관련 논문 출판은 매년 증가 추이를 보이고 있음
- 국내 논문(145건)을 분야별로 분석해 본 결과, 건축분야가 전체 출판된 논문 중 48%(70건)를 차지하는 것으로 나타나 가장 활발히 연구가 진행되는 것으로 파악되었으며, 토목분야의 경우 전체 출판 논문 중 9%(13건)를 차지해 연구개발 시작단계인 것으로 분석됨
- 생애주기 단계별 분석 결과, 설계단계의 연구가 38%(55건), 시공단계 14%(12건), 기획단계 9%(7건), 유지관리단계 6%(4건)로 나타나 설계단계에 가장 많은 연구가 진행되고 있음

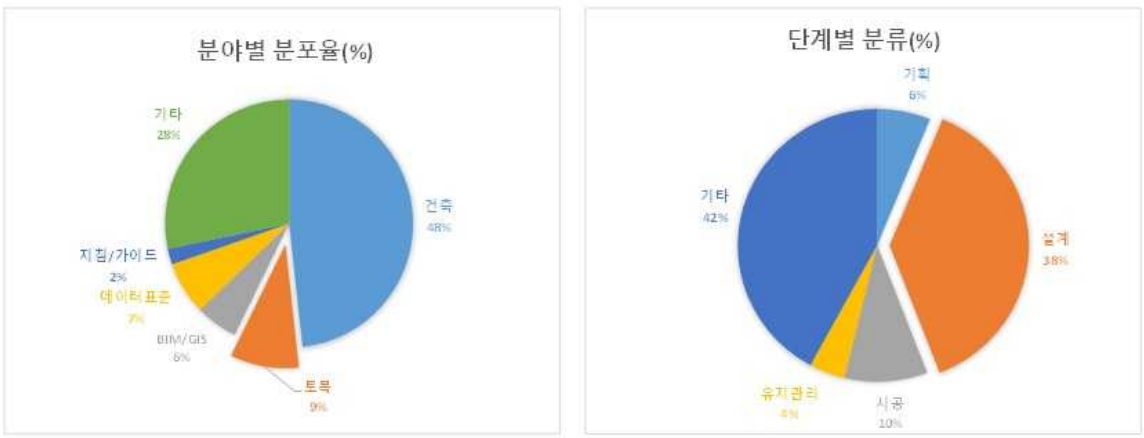


그림 3.1.9 국내 논문 분석 결과(분야별, 단계별 분류)

- 목적별 논문 분류를 수행한 결과 3차원 적용(3D)이 71건으로 나타나, 현재까지 연구의 경우, 단순한 BIM 기술 적용에 머물러 있음을 알 수 있으며, 다음으로 융합 및 협업 관련 연구가 각각 16건으로 2위를 차지해 BIM 활용 목적중 하나인 정보공유관련 연구가 활발히 진행되고 있음을 알 수 있음

• 다음으로 4D(공정), 5D(물량) 외, 리스크, 최적공간 분석 등 다양한 분야에 활용되는 nD CAD 분야가 선정되어, 기존 BIM 기술 이외에 다양한 기술을 활용하려는 시도가 일어나고 있음

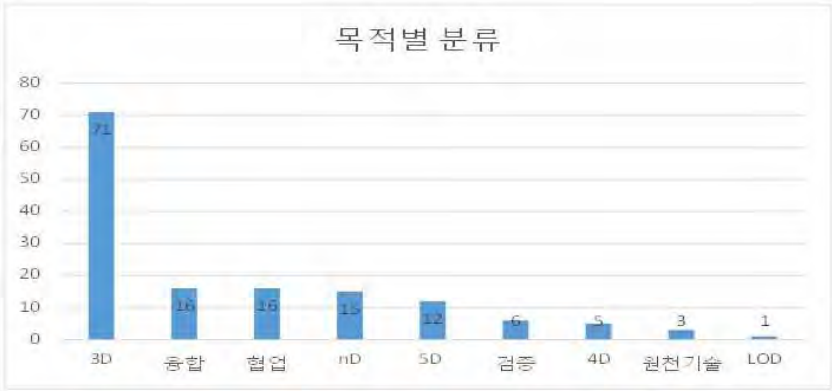


그림 3.1.10 국내 논문 분석 결과(목적별 분류)

나. 해외 논문 분석

• 해외 SCI(E) 논문 분석 결과 '13년도 까지 논문 출판이 지속적으로 증가하여 온 것을 알 수 있으며, 특히 '10년을 기점으로 현재까지 폭발적인 증가가 이루어졌음을 알 수 있음

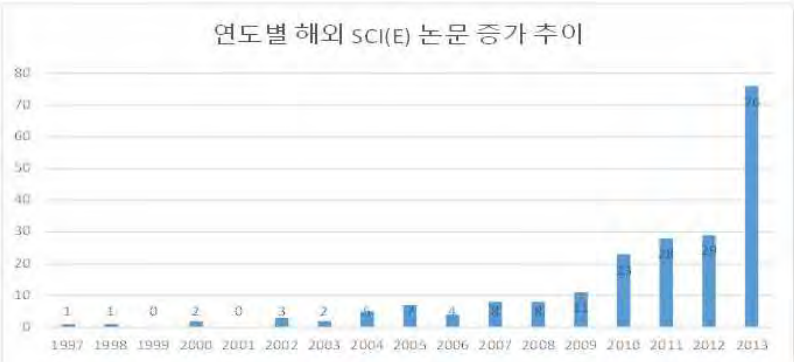


그림 3.1.11 연도별 해외 SCI(E) 논문 증가 추이

• 전체 222건의 논문을 대상으로 분야별 분포율을 살펴보면, 해외의 경우에도 역시 건축분야가 51%(114건)로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 다음으로 데이터 표준이 16%(36건), 토목분야 7%(15건) 등의 순으로 분포되었음을 알 수 있음

- 단계별 분포의 경우, 국내 논문 분석 결과와는 달리 시공분야가 43%(94건)로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 설계가 22%(48건), 유지관리 및 기획이 각각 4%(10건), 3%(7건)를 차지하였음



그림 3.1.12 해외 논문 분석 결과(분야별, 단계별 분류)

- 해외 논문의 목적별 분류를 살펴보면 4D(공정)분야가 41건으로 가장 다수를 차지하였으며, 이는 생애주기 단계별 분포 결과(시공단계가 다수)와 일맥상통하는 부분이라고 분석할 수 있음
- nD CAD분야가 4D 다음으로 2위를 차지하여, 기존의 공정 및 물량 외 다양한 분야로 BIM연구가 확장되고 있음을 알 수 있음
- 또한 협업, 융합 분야가 높은 위치를 차지하여, 국내 연구와 마찬가지로 BIM의 기본 목적인 정보 공유 및 활용 분야에 다수의 연구가 진행됨을 알 수 있음

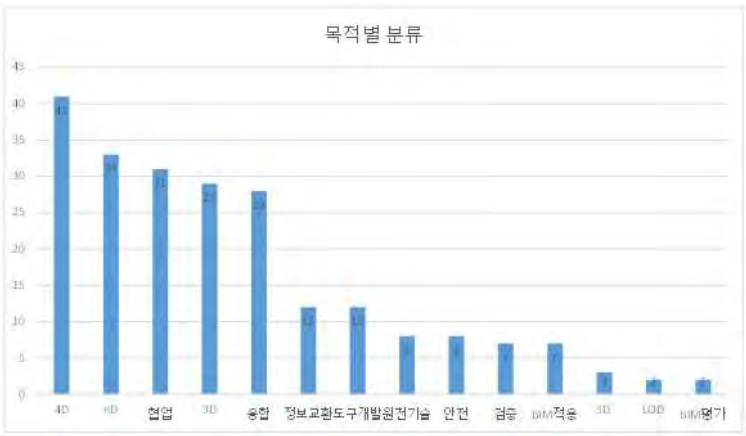


그림 3.1.13 해외 논문 분석 결과(목적별 분류)

1.6.2 국내외 특허 분석

- 국내외 특허 검색결과에 의하면, BIM 기술자체는 프로그램 관련 기술이 주를 이루었으며, 건설 각 분야에 있어 필요에 따라 응용되고 있는 실정임
- 분석 결과 도로분야 등 특정 공종에 국한된 특허는 검색되지 않았으며, 기술이 다양한 공정에 범용적으로 활용될 수 있도록 개방형 기술이 주를 이루고 있었음
- 국내외 특허 검색 결과 미국이 600여건, 일본/중국이 200여건, 대한민국이 140여건, 유럽이 80여건으로 검색되었음
- 연도별 출원 건수 분석 결과 유럽(EP)을 제외하고는 대한민국(KR), 미국(US), 일본(JP) 모두 '07년 후반부터 BIM 기술에 대한 출원건수가 증가하는 추세를 보임

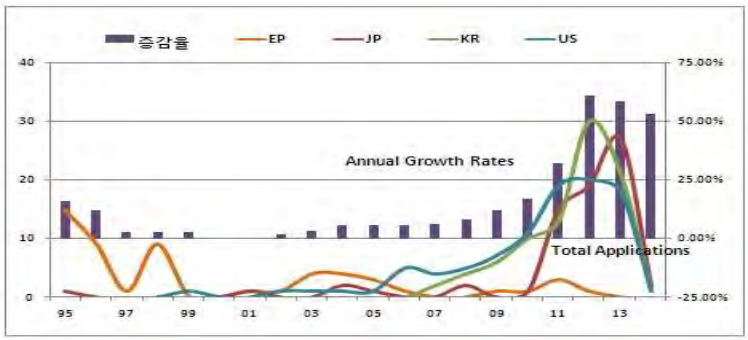


그림 3.1.14 국내외 BIM관련 특허 검색 결과 추이

- 수집된 특허를 대상으로 기술시장 성장단계 해석을 위한 특허 포트폴리오 동향을 분석해 보면 BIM 기술은 유럽, 미국, 일본, 대한민국 모두 성장기에 있음을 알 수 있으며, 대한민국의 경우에도 2020년까지는 증가할 것으로 판단되며 다양한 응용기술이 나올 것으로 예상됨

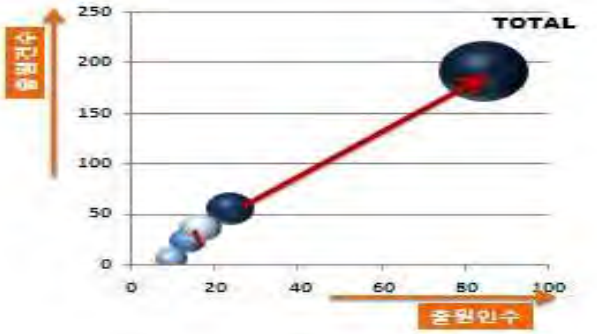


그림 3.1.15 BIM 기술 특허 포트폴리오 동향분석

1.6.3 BIM기술수준 분석

- 현재 우리나라 BIM기술 수준을 분석하기 위하여, 국내 BIM 관련 산·학·연 전문가를 대상으로 우리나라 및 미국, 일본, 유럽, 중국, 싱가폴의 기술수준을 조사하였음
- 최고수준의 기술을 보유한 국가를 0년으로 보았을 때, 건축 및 토목 분야의 경우 미국과 유럽이 가장 최상의 기술을 보유한 국가로 조사되었으며, 관련 제도의 정비가 활발히 이루어지고 있는 싱가폴이 2위(1.15년)를 차지한 것으로 조사됨
- 일본의 경우 토목분야의 시범사업으로 인하여 축적된 BIM기술로 우리나라와 1년 이상 기술력의 차이가 있는 것으로 조사됨
- 한국의 경우 최고수준국가에 비해 건축은 3년, 토목은 4.15년 뒤진 것으로 조사됨

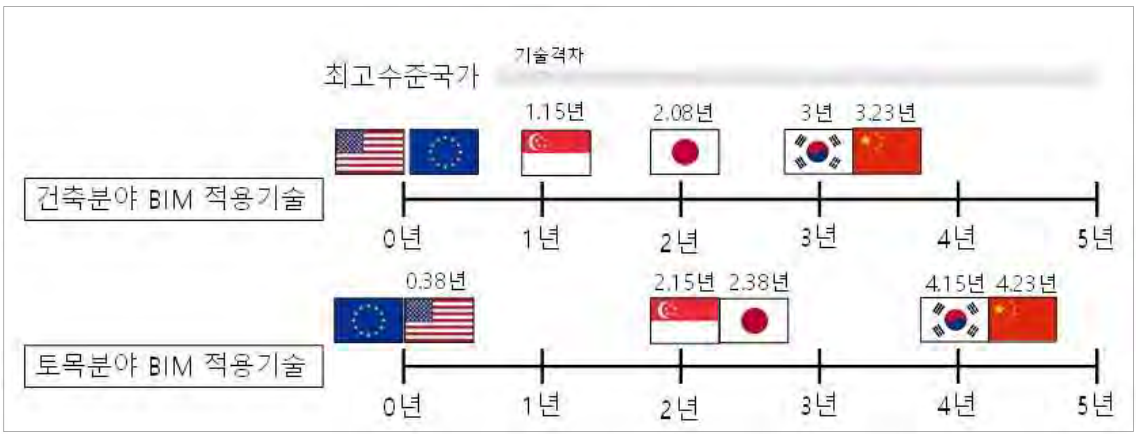


그림 3.1.16 토목 건축분야 BIM 기술 수준

- BIM기반 도로계획/설계의 경우 미국과 유럽이 최고수준국가로 조사되었으며, 싱가폴과 일본이 각각 최고수준국가와 2.08년, 2.77년 기술격차가 있는 것으로 조사됨
- BIM기반 도로시공관리 분야의 경우 유럽이 최고수준국가로 조사되었으며 미국의 경우 0.31년 차이로 거의 유사한 기술수준을 가지고 있는 것으로 조사됨

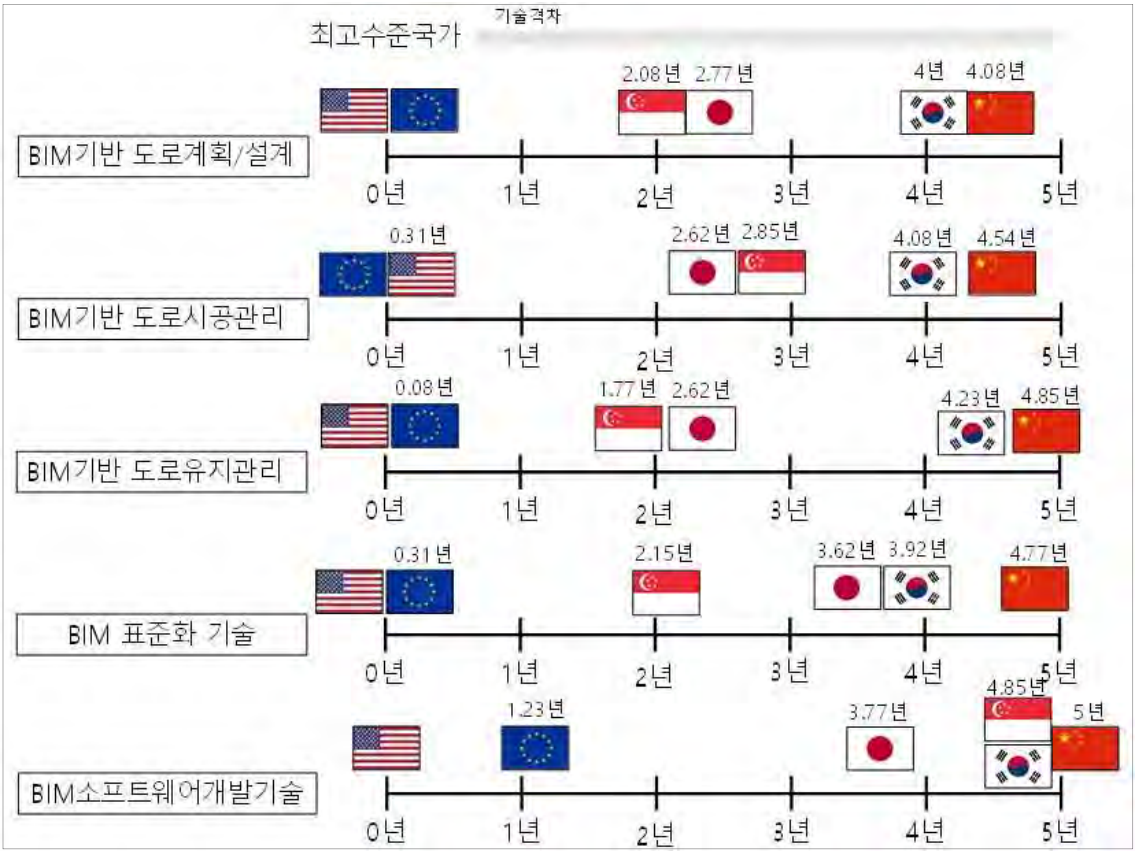


그림 3.1.17 세부 기술별 BIM 기술수준

- BIM기반 도로유지관리의 경우 미국이 최고수준국가로 조사되었으며 그 뒤로 유럽(0.08년), 싱가폴(1.77년), 일본(2.62년) 순으로 차이가 남을 알 수 있음
- BIM 표준화 기술의 경우 미국이 최고수준국가로 조사되었으며 싱가폴의 경우 정부의 적극적인 BIM 활성화 노력으로 최고수준국가와 2.15년 차이가 나는 것으로 조사됨

- 중국의 경우 모든 분야에서 최고수준국가에 비해 뒤쳐져 있는 것으로 분석됨
- 우리나라의 경우 표준화 분야에서의 국제적인 노력, 특히 토목분야 표준화 관련 노력을 통하여 타 분야에 비하여 격차가 작은 분야로 조사되었으나, 표준화를 제외한 모든 분야에서 최고수준국가와 평균 4년 이상 차이가 남을 알 수 있어 기술 격차를 좁히기 위하여 관련 기술 개발을 위한 적극적인 노력이 선행되어야 할 것임

1.6.4 시사점

□ 현황분석

- 전세계적으로 BIM기술 개발 및 적용에 힘쓰고 있으며 우리나라 역시 세계수준의 BIM기술 달성을 위하여 관련 연구개발 및 법·제도적 정비가 필수적으로 선행되어야 할 것임
- 사례 분석 결과, BIM의 적용가능성 및 효용성 검증을 통하여 관련 기술의 필요성이 증대되고 있음
- 토목분야의 경우 건축에 비해 연구개발 및 적용이 미진한 상태이며, 적극적인 기술개발 투자를 통하여 세계 토목 BIM 시장을 선도하여야 할 것임

□ 논문분석

- 건축분야의 경우, BIM 도입과 관련한 민간의 노력 및 다양한 연구개발 프로젝트 수행을 통하여 관련 논문 출판이 활발히 이루어졌으나, 토목분야의 경우 BIM 관련 기술 부족 및 적용 사례 부족으로 인하여 연구 개발이 미흡한 상황임
- 건축 중심의 BIM 소프트웨어 및 도구 개발 그리고 가상건설연구단 등 대형 연구 프로젝트로 건축분야 연구개발이 활발히 이루어져 왔음
- 토목분야의 경우 관련 소프트웨어 및 도구의 부족으로 인한 기술적용의 난이, 그리고 발주의 대부분이 공공기관인 토목 프로젝트의 특성상 관련 적용기준 등의 정비와 함께 BIM 기술 적용 및 연구개발에 더욱 적극적으로 투자할 가치가 있다고 판단됨

□ 특허분석

- 특허분석 결과 BIM 분야의 기술개발이 현재 성장기에 접어들어 활발한 연구개발이 이루어지고 있는 것을 알 수 있으며, 우리나라의 경우에도 특허 출원 및 등록 추이가 증가추세에 있는 등 우리나라의 BIM 기술도 성장기에 접어들었음
- BIM과 관련하여 기술선점을 위하여 국내뿐만이 아니라 해외 특허를 적극적으로 출원 및 등록하고, 이를 통해 해외 진출의 수단으로 첨단기술을 더욱 확고히 할 필요가 있음

□ 기술수준분석

- 전체적으로 미국과 유럽이 BIM 관련 최고수준의 기술을 보유한 것으로 조사되었으며, 한국의 경우 일본, 싱가폴과 같은 타 아시아 국가에 비해 기술수준이 낮은 것으로 조사됨
- 우리나라와 최고 수준기술 보유국과와의 기술 격차를 줄이기 위하여 일본의 국토교통성을 중심으로 진행한 CIM(Construction Information Model) Pilot Project를 참고하여 시범사업 등의 수행을 통해 적극적으로 기술개발에 힘써야 할 것임
- 영국, 미국, 싱가폴과 같이 정부 중심의 BIM 활성화 방안 사례를 참고하여, 민간영역에서 해결하기 쉽지 않은 법, 제도, 가이드라인 등의 정비가 필요함
- 또한 BIM관련 소프트웨어 활용 및 개발을 통하여 기술 격차를 더욱 좁혀 새로운 시장의 요구에 선제적으로 대응하여야 할 것임

1.7 BIM 도입 시 위험요인과 대응방안 분석

1.7.1 위험요인

표 3.1.15 BIM 도입 시 위험요인

구분	위험요인
기술적 위험요인	◆ 도로분야 BIM 모델 IFC 표준화 어려움 ◆ BIM 성과품 공유체계 미비 ◆ 도로분야 전 공종 3D 모델링을 통한 BIM 적용 한계 ◆ BIM 데이터 활용을 위한 인프라 미비 ◆ BIM 데이터 품질 및 신뢰도 확보체계 미흡 ◆ GIS 정보 신뢰도 검증 미흡
경제적 위험요인	◆ BIM 적용을 위한 초기투자 필요 ◆ BIM 정착 시까지 설계자 인력 투입비용 증가 우려 ◆ BIM 시스템 구축 및 유지관리비용 발생
사회적 위험요인	◆ BIM 도입 및 운용에 대한 거부감 극복 ◆ BIM 전문 엔지니어 부족 ◆ BIM 모델 구축 및 운용에 관련된 인력양성 시스템 부족
정책적 위험요인	◆ 장기적 관점에서의 BIM 활성화 로드맵 구축 필요 ◆ BIM 도입 및 활성화를 위한 정부-산업계-학계 간 역할분담 필요 ◆ BIM 활성화를 위한 제도적 환경 미흡 ◆ BIM 적용 가이드 부재

1.7.2 대응방안

- 방향: 정부-산업계-학계 공동대응 및 주체별 대응 역할 분담

표 3.1.16 BIM 도입 대응 방안

구분	역할
정부	◆ BIM 활성화 로드맵 구축 ◆ 제도적 환경 정비 ✓ 법령 정비 ✓ BIM 의무적용 법제화 ✓ BIM 전담부서의 신설 ◆ BIM 적용 가이드 마련 ◆ 국내 독자적인 BIM 체계구축 ◆ BIM 공유체계 구축 ◆ BIM 클라우드 조성 등 인프라 구축. ◆ BIM 데이터 품질 및 신뢰도 확보 ◆ GIS 정보 신뢰도 확보 ◆ BIM 용역대가 산정기준 마련 ◆ BIM 거부감 해소 ◆ BIM 교육 시스템 구축
산업계	◆ IFC 라이브러리 생산/ BIM 데이터 축적 ◆ BIM 업무 활성화 노력 ◆ BIM 교육과 지원 및 BIM 전문가 양성 ◆ BIM을 통하여 첨단 건설 ICT 고부가가치 산업으로 전환 ◆ 전담부서의 신설 등 BIM 활성화 환경 정비 ◆ BIM 기술개발 투자로 경쟁력 확보
학계	◆ BIM 교육과정 개설 ◆ BIM 연구 및 기술개발로 경쟁력 확보

2. 비전 및 전략

2.1 비전 및 목표

비전	**도로와 BIM의 창조적 융합을 통한 Global 건설 강국**		
목표	• (환경조성) 세계 최고수준의 도로 BIM 인프라 구축 • (시장확보) 해외 토목 시장점유율 10% 확보 • (기술확보) 도로 BIM 기술 Brand Power 세계 1위		
핵심 전략	**지속가능한 BIM 생태기반조성** BIM 사업 환경조성 BIM 인프라 고도화	**창조적 BIM시장 창출로 글로벌 역량강화** 정부 리더십 창조적 활용 수요기반 민-관 파트너십	**핵심융합기술 신속확보** 신속기술개발 BIM 기술 집중 투자
세부 추진 과제	· 모델 작성기준 · 모델 활용기준 · 발주 BIM 가이드북 · 정보프레임워크 · BIM/GIS 상호운영성 · 표준 Library	· 제도개선 · 시범사업 · BRC · Fund 조성 · 인력양성 및 교육	· BIM 기반 도로 수명주기 지원기술 · 첨단응용기술

그림 3.1.18 도로분야 BIM 도입을 위한 비전 및 목표

2.2 핵심전략

2.2.1 지속가능한 BIM 생태기반 조성

가. 전략 방향

- BIM으로 사업하기 좋은 환경조성 및 지원
- 인프라 고도화 등 준비 작업

나. 전략과제

표 3.1.17 지속가능한 BIM 생태기반 조성분야 전략과제

대분류	중분류
업무	모델 작성기준 모델 활용기준 발주 BIM 가이드북
인프라	정보프레임워크 BIM/GIS 상호운영성 표준 Library

2.2.2 창조적 BIM 시장 창출로 글로벌 역량강화

가. 전략 방향

- 민-관의 수요기반 전략적 제휴 - 선순환 Fund 조성
- 시범사업 발주 및 Feed back
- 중소기업 기술혁신지원, 수출지원, 기업화지원 사업을 R&D 등의 정부자금으로 신속 지원하여 차별화
- 건설시장 활성화를 위한 민-관 파트너쉽 강화
- 국내시장 축소와 2D 시장의 독과점 강자의 위협을 피하기 위해 정부의 강한 리더십과 민간의 풍부한 자금 및 기술력을 활용하여 시장을 2D 위주에서 3D로 전환
- 기업은 정부가 벌려 놓은 시장에 진입하여 산업을 성장시킴

나. 전략과제

표 3.1.18 창조적 BIM 시장 창출로 글로벌 역량강화분야 전략과제

대분류	중분류
제도 및 운영	제도개선
	시범사업
	BRC
	Fund 조성
	인력양성 및 교육

2.2.3 핵심융합기술 신속확보

가. 전략 방향

- 신속 기술개발로 시장선점
- 건설산업의 Paradigm을 BIM 기술로 전환하여 국가경제 견인
- 세계적 강자가 없는 새로운 기술/시장에 최고의 ICT 기술력과 R&D자금을 정부의 강한 리더십으로 BIM 기술/시장에 집중 투자하여 시장을 선점

나. 전략과제

표 3.1.19 핵심융합기술 신속확보분야 전략과제

대 분류	중분류
첨단도로건설 통합 플랫폼 구축	BIM 기반 도로 설계
	첨단응용기술

3. 도로분야 BIM 도입 로드맵 및 실행계획(안)

3.1 도로분야 BIM 도입 로드맵(안)

전략	대분류	중분류	과제명	도입		실행			예산
				1	2	3	4	5	억원
지속 가능한 BIM 생태기반 조성	업무	절차기준	BIM 모델 작성기준 개발 (모델링가이드)	■					15
			BIM 모델 활용기준 개발 (수량산출서 시공상세도)	■					15
			공공발주를 위한 BIM가이드북 개발	■	■				10
	인프라	표준	도로 BIM 정보통합을 위한 표준 정보프레임워크 개발	■	■				10
			BIM/GIS 상호운용성 확보기술 개발			■	■	■	10
		콘텐츠	토목분야 BIM 표준 Library 및 제작기술 개발		■	■			10
창조적 BIM 시장 창출로 글로벌 역량강화	관리	제도	BIM 적용 촉진과 장애요인 제거를 위한 제도 개선방안 연구	■	■				10
		운영	BIM 적용성 검증을 위한 시범사업		■				25
			BRC(BIM Resources Center) 설립·운영 기반 확보			■	■	■	30
			BIM 생태계 선순환 Fund 조성 및 운용 계획 수립		■				5
			BIM 전문인력 양성 및 교육커리큘럼 개발		■	■			20

핵심 융합기술 신속확보	첨단 도로관리 플랫폼	BIM 기반 도로 수명 주기 지원 기술	도로 BIM 공간정보 응용 기술 개발		■	■	■		15
			상세기획 및 BIM 기반 도로사업 업무 프로세스 연구	■					183
			BIM 기반 도로계획 시스템 개발	■	■				
			BIM 기반 도로상세설계 시스템 개발		■	■	■		
			BIM 기반 시공지원 시스템 개발	■	■	■	■	■	
			BIM 기반 유지관리 시스템 개발	■	■	■	■	■	
		첨단 응용 기술	BIM기반의 SOC시설물 IoT구축과 재난재해 복구기술 개발				■	■	20
			BIM 품질검증 기술 개발			■	■	■	15
			BIM기반 철근 배근 설계 및 제작 자동화 기술 개발			■	■	■	30
			BIM 기반의 건설현장의 안전사고 저감기술개발	■	■	■			25
			기존 SOC시설물 유지관리를 위한 삼차원 정보 재설계기술 개발		■	■			20
			LIDAR기반 실감형 정밀지도 모델 구축기술 개발			■	■	■	25

493

그림 3.1.19 도로분야 BIM 도입 로드맵(안)

3.2 연차별 투자 및 재원조달 계획(안)

전략	대분류	중분류	과제명	비용 주체	도입 1	도입 2	실행 3	실행 4	실행 5	예산 억원
총괄				Total	79	138	122	99	55	493
				정부	45	25	10	0	0	
				R&D	26	84.75	84	74.25	41.25	
				민간	8	28.25	28	24.75	13.75	
지속 가능한 BIM 생태 기반 조성	업무	절차 기준	BIM 모델 작성기준 개발 (모델링가이드)	Total	15					15
				정부	15					
				R&D	-					
				민간	-					
			BIM 모델 활용기준 개발 (수량산출서 시공상세도)	Total	15					15
				정부	15					
				R&D	-					
				민간	-					
			공공발주를 위한 BIM가이드북 개발	Total	5	5				10
				정부	5	5				
				R&D	-	-				
				민간	-	-				
	인프라	표준	도로 BIM 정보통합을 위한 표준 정보프레임워크 개발	Total	5	5				10
				정부	5	5				
				R&D	-	-				
				민간	-	-				
			BIM/GIS 상호운용성 확보기술 개발	Total			4	3	3	10
				정부			-	-	-	
				R&D			3	2.25	2.25	

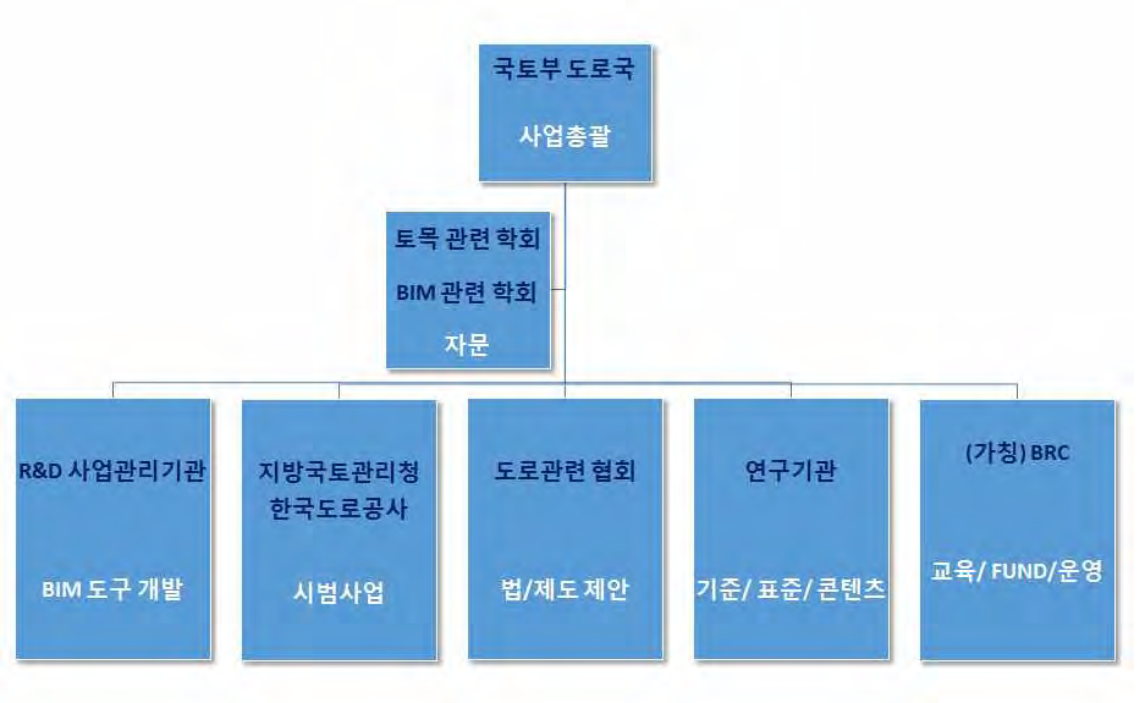
				민간			1	0.75	0.75	
		콘텐츠	토목분야 BIM 표준 Library 및 제작기술 개발	Total		5	5			10
				정부		-	-			
				R&D		3.75	3.75			
				민간		1.25	1.25			
창조적 BIM 시장 창출로 글로벌 역량 강화	관리	제도	BIM 적용 촉진과 장애요인 제거를 위한 제도 개선방안 연구	Total	5	5				10
				정부	5	5				
				R&D	-	-				
				민간	-	-				
		운영	BIM 적용성 검증을 위한 시범사업	Total		25				25
				정부		-				
				R&D		18.75				
				민간		6.25				
			BRC(BIM Resources Center) 설립·운영 기반 확보	Total			10	10	10	30
				정부			-	-	-	
				R&D			7.5	7.5	7.5	
				민간			2.5	2.5	2.5	
			BIM 생태계 선순환 Fund 조성 및 운용 계획 수립	Total		5				5
				정부		-				
				R&D		3.75				
				민간		1.25				
			BIM 전문인력 양성 및 교육커리큘럼 개발	Total		10	10			20
				정부		10	10			
				R&D		-	-			
				민간		-	-			
핵심 융합	첨단 도로	BIM 기반	도로 BIM 공간정보 응용 기술 개발	Total		5	5	5		15
				정부		-	-	-		
				R&D		3.75	3.75	3.75		

기술 신속 확보	관리 플랫폼	도로 수명 주기 지원 기술		민간		1.25	1.25	1.25		
			상세기획 및 BIM 기반 도로사업 업무 프로세스 연구	Total	2					183
				정부	-					
				R&D	2					
				민간	-					
			BIM 기반 도로계획 시스템 개발	Total	10	12				
				정부	-	-				
				R&D	7.5	9				
				민간	2.5	3				
			BIM 기반 도로상세설계 시스템 개발	Total		23	35	29		
				정부		-	-	-		
				R&D		17.25	26.25	21.75		
				민간		5.75	8.75	7.25		
			BIM 기반 시공지원 시스템 개발	Total	8	14	7	8	8	
				정부	-	-	-	-	-	
				R&D	6	10.5	5.25	6	6	
				민간	2	3.5	1.75	2	2	
			BIM 기반 유지관리 시스템 개발	Total	5	5	5	10	2	
				정부	-	-	-	-	-	
				R&D	3.75	3.75	3.75	7.5	1.5	
				민간	1.25	1.25	1.25	2.5	0.5	
		첨단 응용 기술	BIM기반의 SOC시설물 IoT구축과 재난재해 복구기술 개발	Total				10	10	20
				정부				-	-	
				R&D				7.5	7.5	
				민간				2.5	2.5	
			BIM 품질검증 기술 개발	Total			5	5	5	15
				정부			-	-	-	
				R&D			3.75	3.75	3.75	

				민간			1.25	1.25	1.25		
			BIM기반 철근 배근 설계 및 제작 자동화 기술 개발	Total			10	10	10	30	
				정부			-	-	-		
				R&D			7.5	7.5	7.5		
				민간			2.5	2.5	2.5		
			BIM 기반의 건설현장의 안전사고 저감기술개발	Total	9	9	7			25	
				정부	-	-	-				
				R&D	6.75	6.75	5.25				
				민간	2.25	2.25	1.75				
			기존 SOC시설물 유지관리를 위한 삼차원 정보 재설계기술 개발	Total		10	10			20	
				정부		-	-				
				R&D		7.5	7.5				
				민간		2.5	2.5				
			LIDAR기반 실감형 정밀지도 모델 구축기술 개발	Total			9	9	7	25	
				정부			-	-	-		
				R&D			6.75	6.75	5.25		
				민간			2.25	2.25	1.75		

그림 3.1.20 도로분야 BIM 도입 실행계획(안)

3.3 추진체계



조직	임무	
국토부 도로국	사업 총괄, 예산 확보,	
학회(토목, 도로, BIM 관련)	도로, BIM 관련 기술 자문	
R&D 사업 관리기관	국토부가 지정한 R&D 사업 관리	
지방국토관리청 한국도로공사	신설 노선 중 1개 공구를 선정하여 기존 2D 방식 설계와 BIM 방식의 설계 사업을 병행하여 실무 적용성 검토 및 기술 개발에 환류	
도로관련 협회	BIM 시행 시 법/제도 관련 프로젝트를 수행하여 개선안 제안	
연구기관	BIM 관련 기준, 표준 및 콘텐츠 제작 프로젝트 수행	
(가칭) BRC	BIM 시장을 조성하기 위한 교육, Fund 운영, BIM 인프라 운영 등 지원사업 수행	

3.4 과제별 상세계획

연구개발과제명	BIM 모델 작성기준 개발 (모델링가이드)
연구개발 목표	
	○ 도로 및 공간의 BIM 모델 작성을 위한 설계사용 공통 가이드 및 매뉴얼 개발
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 도로분야 BIM모델링 가이드 - BIM 용역수행 가이드 - BIM 설계사가 활용할 수 있는 BIM모델링 가이드 - BIM 모델가이드 및 실무적용 사례
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 실제 도로분야 설계를 수행하는 설계사가 BIM 모델링 가이드를 참조하여 범용성이 있는 형태의 BIM 모델 설계 ○ 도로분야 BIM 모델 공통 작성기준 가이드 및 매뉴얼을 기반으로 발주처에서도 BIM 설계 가이드 작성 가능
□ 기대효과	○ 국가차원의 도로분야 가이드확보에 의해 설계사 개별 표준개발의 부담 및 혼선요인 제거 ○ 공통 가이드 및 매뉴얼을 기반으로 작성된 BIM 모델의 재활용성 증대를 통한 비용 저감 효과 ○ 도로 및 공간분야의 각종 업무, 정보 및 기술의 표준화 촉진
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간 : 1년 ○ 예산 : 1,500 백만원 (정부: 1,500 백만원, R&D: 0 백만원, 민간: 0 백만원)

연구개발과제명	BIM 모델 활용기준 개발 (수량산출서, 시공상세도)
연구개발 목표	
	○ BIM 관련 도로설계 기준에 BIM 설계방식의 수량산출서 및 시공상세도 작성기준을 반영하고 개정
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ BIM 기반의 도로 수량산출 자동화를 위한 표준화 요소 개발 ○ BIM 객체기반 설계 수량산출 및 내역 자동화를 위한 실용기술 개발 ○ BIM 기반 모델링에 의한 시공상세도 작성 최적화 방안 ○ 건설공사 시공상세도 작성 지침 개정
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ BIM 기반의 객체모델 설계방식을 도입한 정보체계를 설계기준에 반영하여 실무에 적용 ○ 실무 설계기준과 BIM객체모델 정보체계와 일관성 확보여건 마련 ○ BIM 기반의 객체모델 설계방식을 도입한 수량산출서 및 내역서 등 표준포맷 제정과 실무적용 ○ BIM 기반의 객체모델 설계방식에 의한 시공단계의 시공 상세도면 작성과 납품을 위한 실무업무에 적용
□ 기대효과	○ BIM 인프라 건설정보모델의 정보체계 및 설계실무 기술기준의 일치와 실무 적용여건 마련 ○ BIM 객체 정보모델과 수량산출관련 표준포맷의 최적화로 별도의 문서작성시간 최소화 ○ BIM 기반 설계도면 작성수준과 범위 등 명확한 기준 수립 ○ BIM 모델과 2D 도면간 상호 보완적이고, 시공에 활용 가능한 상세도면의 작성 지침 제공 ○ 토목분야 BIM 정보체계와 가이드 등 관련표준의 BIM 모델과 2D 도면의 세부 요구사항을 지원
연구개발기간 및 소요예산	
	◦ 연구기간 : 1년 ◦ 예산 : 1,500 백만원 (정부: 1,500 백만원, 백만원, R&D: 0 백만원, 민간: 0 백만원)

연구개발과제명	공공발주를 위한 BIM 가이드북 개발
연구개발 목표	
	○ 도로 BIM 기반 건설사업 발주를 위한 발주자용 공통 가이드 및 매뉴얼 개발
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 도로분야 BIM 공공발주관리 가이드 개발 ○ 도로분야 BIM 성과물 점검 가이드 개발 ○ 도로분야 BIM 발주 관련 조직 및 역할 정의
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 발주자 대상으로 공통적 BIM가이드 활용 ○ 공공 발주기관이 BIM 적용시 요구사항, 납품기준 및 품질기준 등 성과물 관련 명확한 가이드 제시 ○ BIM 가이드북을 통해 공공기관에서 BIM 관련 자체규정, 업무절차, 조직 및 역할, 활용기술 등 다양한 변화에 대한 신속하고 체계적인 대응을 유도
□ 기대효과	○ 국가차원의 도로분야 가이드확보에 의해 발주자 개별 표준개발의 부담을 제거하고 혼선요인 저감 ○ 공공발주에 필요한 비용, 물량 등 프로젝트 관련 데이터를 BIM을 기반으로 관리하여 공공부분 발주 효율성 증대 및 예산 효율화 ○ 설계 단계별로 공통적인 BIM 적용 범위 제시를 통해 BIM 기술 적용에 따른 시장의 과도한 부담을 해소
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간 : 2년 ○ 예산 : 1,000 백만원 (정부: 1,000 백만원, 백만원, R&D: 0 백만원, 민간: 0 백만원)

연구개발과제명	도로 BIM 정보통합을 위한 표준 정보프레임워크 개발
연구개발 목표	
	○ 도로 BIM정보의 작성, 제출, 재활용 및 융합기술 개발보급 활성화를 위한 체계적 정보표준 규격 개발
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 도로 정보프레임워크 구성체계 개발 ○ 도로 정보프레임워크 규격 개발 ○ 도로 BIM 설계 정보분류체계 개발 ○ 도로 BIM 국가표준규격(안) 개발 ○ 기존 정보체계 연계방안 제시
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 개발자용 표준프레임워크 적용지침 보급으로 표준 지원 소프트웨어 개발 유도 및 기술력 제고 ○ 개방형BIM 표준 부합성 평가기준 도입으로 개발소프트웨어의 경쟁력 제고 및 생산성 향상 유도 ○ 소프트웨어 개발사 대상의 설명회 개최 및 의견수렴을 통한 적용용이성, 기술 효용성 확보
□ 기대효과	○ 국가차원의 도로분야 BIM 표준 확보 ○ 도로 정보융합 기술 발전 촉진 ○ 기존 건설정보분류체계의 발전적 확장 및 재활용 ○ 도로분야의 각종 업무, 정보 및 기술의 표준화 촉진
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간 : 2년 ○ 예산 : 1,000 백만원 (정부: 1,000 백만원, R&D: 0 백만원, 민간: 0 백만원)

연구개발과제명	BIM/GIS 상호운용성 확보기술 개발
연구개발 목표	○ 도로 생애주기관리에 필요한 BIM/GIS 정보연계 및 상호운용성 확보 기술 개발
연구개발내용	□ 세부과제별 연구내용 ○ 도로분야 BIM 모델 및 GIS 데이터 검증 기술 개발 ○ 도로분야 BIM 모델 및 GIS 데이터 연동·통합 기술 개발 ○ 도로분야 BIM 모델 및 GIS 데이터 상호운용 기술 개발
활용방안 및 기대효과	□ 활용방안 ○ 중앙정부, 지자체, 민간이 각각 그리고 건설과 GIS 분야별로 개별적으로 관리·운영되어 오던 것을 통합 또는 연계함으로써 유관기관의 업무 효율성 증대와 관련기업에서의 새로운 시장 창출 ○ BIM과 GIS 분야별로 개별적으로 관리·운영되던 관련 데이터베이스를 BIM/GIS 플랫폼 기반으로 통합 또는 연계 □ 기대효과 ○ 3차원 BIM/GIS 분야의 미래 원천기술 확보와 동시에 선진국과의 기술 격차 축소, 국제 표준 개발에 참여 ○ BIM/GIS 상호운용 기술을 통하여 BIM시장에서 필요한 GIS기술과 GIS시장에서 필요한 BIM기술을 활용할 수 있는 새로운 BIM/GIS 시장 창출 기대
연구개발기간 및 소요예산	○ 연구기간 : 3년 ○ 예산 : 1,000 백만원 (정부: 0 백만원, 백만원, R&D: 750 백만원, 민간: 250 백만원)

연구개발과제명	토목분야 BIM 표준 Library 및 제작기술 개발
연구개발 목표	
	○ 3차원 BIM기반 도로시설에 대한 통합관리 시스템 연계활용을 위해 현행 2D기반 도로표준 Library를 3차원 BIM기반 파라메트릭(Parametric) 도로표준 Library로 전환 제작하는 기술개발
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 건설생애주기를 고려한 도로분야 BIM 표준 분류체계 정립 ○ Parametric 모델링 기반 도로분야 표준 3D 라이브러리 구축을 위한 형상정보 및 속성정보의 가이드라인 구축 ○ Parametric 모델링 기반 도로분야 표준 3D 라이브러리 구축 및 표준 플랫폼 개발
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 도로분야 표준 BIM 라이브러리를 활용한 3차원 BIM기반 도로 선형설계의 활성화 ○ BIM 라이브러리를 활용한 3차원 BIM기반 도로 선형설계의 표준화의 기틀 마련
□ 기대효과	○ 토목분야 BIM 설계 데이터를 통한 건설 프로젝트 참여자(발주처, 건축주, 시공사, 감리사, 엔지니어링사 등)의 협업을 통한 건설 프로젝트의 효율성 및 생산성 향상 ○ 도로분야 BIM 표준 Library 구축을 통한 물량산출의 정확성 향상과 반복 작업으로 인한 소모적인 노력 및 비용의 절감, 미래 프로젝트를 위한 데이터베이스 구축 ○ BIM 표준 Library 구축을 통한 건설 프로젝트 생애주기 관점의 BIM 설계 데이터의 일관성 있는 활용을 통한 건설생산성 향상 ○ BIM 표준 Library 데이터 구축과 이를 통한 자동화에 의한 물량산출, 또한 이를 연계한 비용(5D)/공정(4D) 연계 활용을 통한 건설 프로젝트의 생애주기별 통합관리를 수행 ○ 표준화된 도로분야 BIM 라이브러리 및 콘텐츠 보급으로 필요한 정보가 표준화되어 탑재됨으로써 BIM실무확산의 가속화 유도
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간 : 2년 ○ 예산 : 1,000 백만원 (정부: 0 백만원, 백만원, R&D: 750 백만원, 민간: 250 백만원)

연구개발과제명	BIM 적용 촉진과 장애요인 제거를 위한 제도 개선방안 연구
연구개발 목표	
	○ 도로의 설계·시공·유지관리의 효율성 향상을 위해 도입되는 BIM의 조기 정착 및 활성화를 위한 관련 제도 개선방안 연구
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ BIM 적용을 위한 요구사항 조사 및 분석 ○ BIM 도입을 위한 관련 제도개선(안) 정립 ○ BIM 용역 표준입찰안내서(안) 제시 ○ BIM 사업수행능력기술서, 기술제안서 작성지침 및 평가기준 표준(안) 제시 ○ 기타 BIM 활성화를 위한 제도개선사항 도출·제안
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ BIM 기반의 도로 설계·시공·유지관리 체계의 조기정착을 위한 관련 제도 개선을 기본 자료로 활용 ○ 발주처 및 건설기술용역업자 등 BIM 실무관련자의 가이드로 활용 ○ BIM 기반의 도로건설분야 생태계 조성의 기본 지침으로 활용
□ 기대효과	○ BIM 도입을 위한 제도상의 애로점 파악, 개선안 수립 ○ BIM 기반의 도로건설 생태계 조성 ○ BIM 기술의 조기정착을 통한 글로벌 건설시장에서의 경쟁력 확보
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간 : 2년 ○ 예산 : 1,000 백만 원 이내 (정부: 1,000 백만원, R&D: 0 백만원, 민간: 0 백만원)

연구개발과제명	BIM 적용성 검증을 위한 시범사업
연구개발 목표	
	○ 도로분야 BIM 도입을 위한 시범사업 추진으로 모델링, 설계도구(프로그램 등), 최종 성과품 등에 대한 검증으로 국내외 건설환경 및 기술 패러다임 변화에 대응
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 도로분야 각 공종별 시범사업 추진 ○ BIM 도입에 따른 모델링에 필요한 설계도구 등 검증 ○ 시범사업을 통한 발주방식 검증 및 BIM 적용 방법 연구 ○ 시공현장 5개소를 선정하여 2D CAD 도면을 BIM으로 변환하여 시공현장 BIM 적용가능성 검토 ○ 설계사례 1건을 선정하여 사업 시작단계부터 BIM으로 설계
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 시범사업의 결과를 활용하여 BIM 도입시 발주방식에 따른 BIM 적용 방안 도출 ○ 현 건설산업 프로세스와 BIM 시범사업 각 분야별 수행 프로세스 비교 및 검증을 통해 현재 BIM기술 수준을 분석
□ 기대효과	○ 건설사업을 수행하는데 기존의 방식과 BIM 도입후의 프로세스에 미치는 영향 분석과 제도개선을 위한 기반 마련 ○ 국내 본격적인 BIM 도입을 위한 밑거름이 되어 향 후 국내·외 사업추진을 위한 발판을 마련
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간 : 1년 ○ 연구예산 : 2,500 백만원 (정부: 0 백만원, R&D: 1,875 백만원, 민간: 625 백만원)

연구개발과제명	BRC(BIM Resources Center) 설립·운영 기반 확보
연구개발 목표	
	○ 건설BIM 리소스 센터(Resources Center)와 활용 및 유통체계 구축
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 건설BIM 리소스 센터(Resources Center) 설립 계획 수립 ○ BIM 자원(시설물객체와 장비 등의 공통 라이브러리) 유통 체계 구축 ○ 건설BIM 제기준의 관리와 표준화 기술 인증체계 개발 ○ 국내 BIM기술의 홍보와 국제 기술협력 네트워크 구축
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 건설업체에서 BIM센터의 자원을 상시적으로 활용가능 ○ BIM 자원의 온라인 유통 및 교환, BIM 전문가 인적네트워크 교류 ○ 사업화, 산학협력 교류증진, 우수기술기업 성장 등 기술사업화 과정을 프로그램을 통해 지원 ○ 기술이전에 대한 보증지원 내역 등을 담은 기술이전 가이드라인 제정 ○ 민간단체에 의한 교육 및 자료보급을 통한 확산보급
□ 기대효과	○ 국제 건설시장에서 새로운 기술 패러다임인 BIM을 적극 수용할 수 있는 인프라를 조성하여 글로벌 시대에 건설업계의 기술 역량을 강화시키고 설계와 시공 생산성 향상시키는데 일익을 담당 ○ 건설 BIM 자원들 중에서 공통 활용할 수 있는 자원들을 서로 공유하고 유통할 수 있는 통로를 제공
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간 : 3년 ○ 예산 : 3,000 백만원 (정부: 0 백만원, R&D: 2,250 백만원, 민간: 750 백만원)

연구개발과제명	BIM 생태계 선순환 Fund 조성 및 운용 계획 수립
연구개발 목표	
	○ 지속가능한 건설산업의 BIM생태계 마련과 선순환 펀드조성 - 산학이 유기적으로 연계되는 BIM연구, 기술개발, 상품화, 투자체계 마련 - BIM 활성화 Fund 조성 및 운용 방안 수립
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ BIM 투자자금 지원, 투자 보증정책 등 사업촉진 정책 마련 ○ 우수창조기술 사업화를 지원하는 저금리 융자펀드 조성 방안 마련 ○ BIM 기술 전문 중견 중소기업 창업 촉진 지원 방안 마련 ○ BIM 생태계의 핵심축인 산학협동체계 구축 방안 마련
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ BIM 사내교육, 소프트웨어·하드웨어 구매 및 임대비용으로 지원하여 업체의 BIM 기반 조성 가능 ○ BIM 벤처 창업과 기업 상품화 자금 지원 육성 ○ BIM 활성화 펀드조성 및 운용 ○ BIM 기술관련 산학 연구개발과 제품, 판매 지원
□ 기대효과	○ 노동집약적 건설 산업이 ICT가 접목된 창조 산업으로 탈바꿈하여 해외 건설수주에 일조 ○ 선순환으로 자립 가능한 BIM 생태계 마련
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간 :1년 ○ 예산 : 500 백만원 (정부: 0 백만원, R&D: 375 백만원, 민간: 125 백만원)

연구개발과제명	BIM 전문인력 양성 및 교육커리큘럼 개발
연구개발 목표	
	○ 건설BIM 전문인력 양성과 교육 프로그램 개발
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 건설 BIM 전문인력 육성을 위한 마스터플랜과 실행 프로그램 개발 ○ 발주자를 위한 설계 시공 준공도서 성과품 품질관리 교육 프로그램 개발 ○ 시공자를 위한 BIM 활용 프로그램 개발 ○ 경력기술자의 노하우와 BIM을 접합하는 프로그램 개발 ○ 건설현장에서 요구되는 BIM실무능력 배양을 위한 커리큘럼 개발 ○ 건설BIM 자격증제도 개발
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 건설BIM 엔지니어의 역할과 기능 분석, 인력 수요예측 ○ BIM교육 대상과 방법, 장소, 시기, 프로그램, 강사, 학교와 연계방법, 자격증제도, 예산 등 BIM 전문인력 육성을 위한 장기 마스터플랜 수립 ○ 단계별, 대상별, 목적별로 개발된 교육 프로그램을 개설하고 교육과정을 이수한 대상자들에게 해당 자격증을 부여하여 실제 업무를 바로 수행할 수 있도록 제도화
□ 기대효과	○ 노동집약적이고 2차원적인 건설 산업을 3차원 디지털정보 건설 산업으로 탈바꿈할 수 있는 원동력으로 작용 ○ 건설 산업에 종사하는 엔지니어들이 IT기술과 3차원 설계기술, 협업방식의 업무처리를 습득하여 경쟁력을 갖게 될 것임
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간 : 2년 ○ 예산 : 2,000 백만원 (정부: 2,000 백만원, R&D: 0 백만원, 민간: 0 백만원)

연구개발과제명	도로 BIM 공간정보 응용 기술 개발
연구개발 목표	
	○ 도로 분야 BIM의 공간정보 활용을 위한 기반 인프라 및 응용기술의 개발
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 도로 BIM 운용 공간데이터 웨어하우스(SDW) 구축 기술 개발 ○ 도로 BM 지원 2D/3D 공간정보 분석 기술 개발 ○ 3D GIS 기반 도로 BIM 정보 실감 시각화 기술 개발
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 도로관련 공간정보 인프라 모델의 체계적인 저장을 위한 데이터베이스 구축 기술 확보 ○ BIM 활용 도로 단계별 업무 지원을 위한 통합 공간정보 제공 기술의 확보 ○ 도로 분야 실감 정보제공을 위한 영상처리 기술 확보를 통한 가상현실세계 구축 ○ 주민 설명회 등에 활용하여 시공에 따른 리스크 최소화에 활용
□ 기대효과	○ 도로 BIM 관련 공간정보 활용 인프라의 확보로 업무 효율성 증대 및 도로생애비용 감소 기대 ○ 국내 도로 BIM 운용관련 공간데이터의 표준 구축으로 인한 도로설계 첨단화 실현 및 건설분야 신성장 동력 창출 ○ 3차원 기반 공간정보 융합 도로 BIM 기술력의 확보 및 건설 기술 선진화 기대 ○ 도로설계 관련 표준 공간데이터의 구축으로 건설 전반에 걸친 공간정보 활용의 기술적 기반 마련
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간: 3년 ○ 예산: 1,500 백만원 (정부: 0 백만원, R&D: 1,125 백만원, 민간: 375 백만원)

연구개발과제명	BIM기반 도로 수명주기 지원 기술

연구개발 목표

○ BIM을 기반으로 하는 도로설계 및 시공, 유지관리시스템 구축을 위한 BIM 기반 도로건설사업 업무 프로세스 정립 및 새로운 업무 프로세스가 적용된 통합 도로설계, 시공관리, 유지관리 시스템 개발

연구개발내용

□ **세부과제별 연구내용**

1.상세기획연구

본 연구개발 단계 들어가기 전, 과제 상세기획을 위한 연구 수행

2. BIM 기반 업무프로세스 정립

가. 현행 단계별 도로사업 업무프로세스 분석

1) 현행 업무 프로세스 분석
2) 산출되는 정보의 종류 및 형태 분류
3) BIM 적용을 위한 WBS 및 CBS 체계 제시(시공 및 유지관리 단계고려)

나. 현행 도로설계, 시공, 유지관리 시 사용되는 주요 S/W 의 활용 현황

1) 입출력 자료
2) 생성 정보의 활용 및 연계, 전달 관계

다. 도로사업 단계별, 공종별 BIM 기반 업무프로세스 제시

1) 설계와 시공 등 각 단계별 정보수준(LOD) 분석
2) BIM 적용에 따른 변경된 도로사업 프로세스 제시
3) 현 프로세스와 도입 후 프로세스 비교 분석
4) BIM 기반으로 전환하기 위한 방법론 제시

라. 도로사업 단계별, 공종별 BIM 기반 정보모델 제시

1) 건설생애주기를 고려한 도로분야 BIM 표준 분류체계 정립
2) 정보 접근 레벨에 의한 접근 권한 관리 모듈
3) 접근 레벨별 정보쿼리 API 개발(수정, 추가, 삭제)
4) 정보의 Validation, Ownership 관리 모듈

3. BIM 기반 도로설계 시스템 개발

도로설계 단계별(계획단계, 상세설계 단계)로 S/W 를 개발

먼저 계획단계 도로설계 S/W 를 개발하여 활용하면서
상세설계시스템을 추가 보완 개발하는 방식으로 진행한다.

가. 도로에 적용되는 기본 요소 모델의 분류 및 모델링 모듈 개발

1) 공통 기본 요소 모델 도출

※상세설계 단계에는 교량이나 터널, 배수공 등 상세한 도면과 수량산출이 요구되므로 정밀한 요소 모델링 필요

3) 구조물 공통요소를 도로 BIM 표준 분류체계에 따라 분류

4) 모델링 및 뷰어 모듈 개발

나. 기본요소모델을 이용한 공종별 비정형 모델의 모델링 모듈 개발

1) 선형 기하구조 및 토공구간의 모델링 모듈
2) 교량의 형식별 모델링 모듈
3) 터널의 모델링 모듈
4) 배수구조물의 형식별 모델링 모듈
5) 부대공 등 기타 모델링 모듈
6) 시공시 가시설 모델

다. 설계 단계별 설계 모듈 개발

1) 각 공종별 설계 모듈 개발
2) 설계 공종간 정보 교환 표준 및 인터페이스 개발
3) 타 공종의 정보접근시 정보의 audit 인터페이스 개발
4) 해석과 설계 연동 인터페이스 개발
5) 섹션 뷰어 모듈 개발
6) 2D 도면 생성 모듈 개발
7) 수량 산출 모듈 개발

라. 시공지원 모듈 개발

설계 시에 만들어진 BIM 정보를 이용하여 현장 시공을 지원하는 시스템

1) 시공 관리 및 평가
2) 현장 검측, 계측 및 평가 지원
3) 시공 현장 정보화
4) 공정관리
5) EVMS(코스트관리), 기성관리
6) 시공시의 재난관리

마. 유지관리 모듈 개발

1) 도로 시설물 점검 및 진단 지원

2) 모바일 영상기술을 활용한 점검 정보 획득 및 관리 시스템

4. 단계별 테스트베드 구축

계획, 상세설계, 시공, 유지관리 단계별로 테스트베드를 구축하여 적용 후 문제점 및 개선사항 도출 하여 시스템에 반영

1) 시스템 적용 및 문제점 도출

2) 효과 분석

활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

○ 계획, 설계, 시공, 유지관리 전체 생애주기에서 일관되고 통합되게 정보를 관리하게 됨으로서 도로사업기간의 단축과 도로 품질 향상

○ 도로관리의 통합체계 구축에 활용

○ 해외에서는 설계 오류를 최소화하고 안전성을 증대시키며 프로젝트 단계들 사이의 정보손실을 최소화하여 유지관리 단계로 이전하기 위해 BIM을 적용하고 있음

□ 기대효과

○ 도로의 전 생애주기에 걸쳐 정보손실을 최소화함으로써 정보손실비용 절감 및 비용효율 극대화

○ 도로 BIM기반 엔지니어링 및 컨설팅 국내시장 창출 효과와 해외 진출 기대

○ 국내 BIM 및 관련 도로건설시장 활성화

○ 고부가가치 창출을 통해 창조경제에 기여

연구개발기간 및 소요예산

○ 연구기간 : 10년

○ 예산 : 18,300 백만원

(정부: 0 백만원, R&D: 13,725 백만원, 민간: 4,575 백만원)

연구개발과제명	BIM기반의 SOC시설물 IoT구축과 재난재해 복구기술 개발
연구개발 목표	
	○ SOC 시설물의 IoT구축을 통하여 구조물의 상태 및 재난/재해 발생 가능성을 모니터링하고 BIM기반의 시스템 구축을 통하여 시설물의 체계적 관리를 수행
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ SOC시설물에 RFID, 센서 포함한 WSN(Wireless sensor network) 연동기술 개발 ○ 센싱된 데이터를 통합하고 분석하여 리스크 발생시 의사결정을 할 수 있도록 엔지니어링 데이데 베이스 구축 ○ 실시간으로 SOC 시설물의 상태를 파악하고 대처할 수 있도록 BIM 정보와 GIS, 엔지니어링DB 연계기술 개발 ○ 통합 SOC IoT 지도 개발
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 기존 시설물 관리체계의 고도화가 이루어 질 수 있도록 기존 시스템과의 연계를 통해 활용 가능성을 높일 수 있도록 함 ○ SOC 시설물의 파손, 파괴, 붕괴로 인해 발생할 수는 사고를 미리 탐지하고 대처할 수 있는 BIM과 데이터기반의 예방기술개발
□ 기대효과	○ 발생한 SOC 시설물의 재난, 재해사고로 부터 인명과 재산피해를 최소화하고 신속하게 대응할 수 있는 복구기술 개발
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간: 2년 ○ 예산: 2,000 백만원 (정부: 0 백만원, R&D: 1,500 백만원, 민간: 500 백만원)

연구개발과제명	BIM 품질검증 기술 개발
연구개발 목표	
	○ 도로분야 BIM 모델 제작 및 납품시 일정 수준 이상의 품질을 가진 데이터 확보를 위한 품질검증체계 및 자동화된 검증 기술 개발
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ BIM 모델 품질검증 대상 및 표준체계 정의 ○ BIM 모델 품질검증관련 설계조건 및 법규 확인 ○ BIM 모델 품질검증을 위한 규칙 정의 및 Rule-Set 개발 ○ BIM 모델 품질검증 자동화 도구 개발
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 설계된 BIM의 물리적, 논리적 품질 검토가 가능하여 정확도 높은 BIM 데이터 활용 ○ 명확하고 구체적인 분야별 BIM 납품체계 제시를 통해 BIM 정보의 축적, 활용, 품질관리 등 효과적 납품제출이 가능하여 BIM 정보체계의 효율적 활용 촉진 ○ 발주자가 설계사로부터 제출받은 BIM 데이터의 대한 품질검증을 자동화된 방법 진행하여, 납품된 BIM 데이터의 정확성 및 충실성을 체계적으로 검토
□ 기대효과	○ BIM 데이터 품질검증을 통해 부재간 간섭, 설계 오류 검토를 확인하여 정확한 BIM 물량 산출 가능 ○ 시공단계 전 BIM 데이터의 사전에 검토하여 설계상 오류를 자동으로 검토하여 잘못된 설계로 인한 시공오류 저감 가능 ○ 설계사로부터 제출받은 BIM데이터의 대한 품질검증을 통하여 고품질의 시설물 BIM 관리 가능
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간: 3년 ○ 예산: 1,500 백만원 (정부: 0 백만원, R&D: 1,125 백만원, 민간: 375 백만원)

연구개발과제명	BIM기반 철근 배근 설계 및 제작 자동화 기술 개발
연구개발 목표	
	○ 도로, 교량상판, 교각 등의 BIM기반 철근 배근 설계자동화기술 개발
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 철근배근 설계 및 공장 생산 자동화기술을 개발 ○ BIM기반 철근 배근 Planning system개발 ○ 철근배근 bar bending schedule 자동작성 및 물량산출시스템 개발 ○ 철근배근 모듈화(modular) 및 제작 자동화(prefabrication) 기술 및 시스템 개발
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ BIM기반 철근 배근 설계 및 제작 자동화 기술 개발을 통해 철근 설계에서부터 제작까지 전 단계 프로세스를 일원화 하여 철근 제작 오류 방지 ○ BIM기반 철근 배근 설계 기술 개발을 통해 현장에서 소수의 인력으로 배치 및 설치작업을 함으로써 빠른 시간에 배근을 완료함은 물론 철근배근제작의 공장가공 최대화
□ 기대효과	○ 현장 철근조립과 달리 현장에서 조립 또는 설치만 하므로, 노무인력 투입을 80~90% 절감 ○ 재래식 공법대비 철근조립기간이 80~90% 저감되므로 생산성이 향상되고, 건설 공기단축을 실현할 수 있으며, 현장작업 간소화 가능 ○ BIM기반 철근배근 설계, 가공 및 배근 기술개발을 통해 고효율 철근 설계 및 설치 핵심 기술 확보와 관련 시장 선점 가능
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간: 3년 ○ 예산: 3,000 백만원 (정부: 0 백만원, R&D: 2,250 백만원, 민간: 750 백만원)

연구개발과제명	BIM 기반의 건설현장의 안전사고 저감기술 개발
연구개발 목표	
	○ 무재해 구현을 위한 가상 건설 현장 안전사고 저감기술 개발 ○ 건설 산업 생산성 증대 및 건설 안전 재해 50% 이상 감소 목표
연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 건설 안전재해 분석·예측을 위한 기반 구축 ○ 지능형 건설 안전재해 통합 관리 시스템 구축 ○ 체감형 건설 안전재해 대응 체계 구축
활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 건설 현장의 안전 재해 상황을 예측할 수 있는 핵심 기술 확보 ○ 건설 현장의 BIM 기반 안전 재해 현황의 체계적인 데이터 구축을 위한 기술 확보 ○ 센싱 기술을 활용한 BIM기반 현장 모니터링 기술 개발
□ 기대효과	○ 통합된 가상 현장 운영체계 구축 및 훈련체계 도입으로 시공 생산성 30% 증대와 현장 안전 재해 50% 이상 감소 ○ 기존 건설 산업 체계에 다양한 첨단 ICT융합기술을 통합한 건설 안전재해 기술을 개발하여 건설 시공현장에서 빈번히 발생하는 안전재해를 사전에 대응 및 극복할 수 있도록 함 ○ 건설 안전재해 관련 기술 대응 기술 개발을 통해 건설 현장에서 발생하는 사회·경제적 손실 예방하고 우수 중소기업과 관련기술의 사업화를 통해 부가가치가 높은 건설 ICT시장과 양질의 일자리를 창출하도록 함
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간: 3년 ○ 예산: 2,500 백만원 (정부: 0 백만원, R&D: 1,875 백만원, 민간: 625 백만원)

연구개발과제명	기존 SOC시설물 유지관리를 위한 삼차원 정보 재설계기술 개발

연구개발 목표

○ 기존 2D 도면에 의존하는 시설물 유지관리의 효율성 증대를 위해 2D 도면에서 3D 정보로 모델링하는 기술 개발

○ 3D 스캐너를 이용하여 기존시설물을 3차원 정보로 재설계하는 기술 개발

연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

○ 도면 전산화 자료 기반 SOC시설물 BIM 구축

○ 비전산화 도면 자료 기반 SOC시설물 BIM 구축

○ 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 SOC시설물 BIM 구축

활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

○ SOC시설물 데이터의 체계적인 구축·저장 기능 수행과 정보제공 서비스 제공

○ 자동화된 방법으로 기존 2D 도면의 BIM 구축을 통해, 향후 시설물 유지관리를 위한 기반 데이터로 활용 가능

○ 도면이 없는 시설물의 경우 3차원 정밀 첨단측량 기술 활용을 통해 빠르게 BIM으로 모델링하여 시설물 유지관리에 활용 가능

□ 기대효과

○ SOC시설물 건설정보모델의 빠른 구축을 위한 핵심 기술 확보

○ 구축된 BIM 데이터를 활용하여 대형 SOC시설물 개발 증가로 증대되고 있는 체계적인 시설물 관리에 대한 수요 충족 가능

○ 개발된 삼차원 정보 재설계 기술은 건축, 플랜트 등 다양한 건설 분야에 적용이 가능할 것으로 기대

연구개발기간 및 소요예산

○ 연구기간: 2년

○ 예산: 2,000 백만원

(정부: 0 백만원, R&D: 1,875 백만원, 민간: 625 백만원)

연구개발과제명	LIDAR 기반 실감형 정밀지도 모델 구축기술 개발
연구개발 목표	
	○ BIM/GIS 활용을 위한 다양한 국토관측센서 기반의 실감형 정밀지도 모델 구축 및 멀티센서 영상처리 기술의 개발
연구개발내용	
□ **세부과제별 연구내용**	○ LiDAR 기반 실감형 정밀지형모델 제작기술 개발 ○ 3D 전방향 멀티센서 영상처리 기술 개발
활용방안 및 기대효과	
□ **활용방안**	○ 도로 BIM의 공간정보 연계를 위한 센서 기반 정밀 지형모델 개발 기술 확보를 통한 시공 및 유지관리분야 지원 ○ 도로 분야 실감 정보제공을 위한 영상처리 기술 확보를 통한 가상현실세계 구축 ○ 기존 2차원 시공측량 성과의 한계를 넘어선 3차원 기반 도로지형에 대한 입체정보 제공은 해당지역에 대한 일관성, 최신성, 신뢰성, 가독성을 제공하여 프로젝트 전반에 대한 체계적인 관리를 지원
□ **기대효과**	○ 멀티센서 기반 실감 지형정보 구축을 통한 도로 분야 업무 효율 증대 및 사업비 저감 효과 기대 ○ 정밀지형·지물 모델 활용 건설기술 선진화를 통한 해외건설시장 경쟁력 확보 ○ 실감형 정밀 지도 기반의 도로설계 BIM 적용기술 개발은 국내 건설산업의 패러다임 변화 요구와 다변화되고 있는 지도서비스 기술, 폭발적으로 증가하는 3차원 공간정보에 대한 공공 및 민간분야의 수요를 충족 ○ 위성 및 멀티센서 기반 실감지형정보 구축으로 인한 위치기반 도로 정보 전산화 기반 마련 ○ 가상현실 구현 및 선 시공 시뮬레이션 기술연계를 통한 시공오류 분석 및 현장 리스크 요소 감소
연구개발기간 및 소요예산	
	○ 연구기간: 3년 ○ 예산: 2,500 백만원 (정부: 0 백만원, 백만원, R&D: 1,875 백만원, 민간: 625 백만원)

4. 기대효과

4.1 BIM 추진 효과

4.1.1 국내 도로관련 건설기술 선도

- 도로 사업별 설계·시공 성과의 D/B화를 통한 다년간의 설계·시공 성과 완벽 보유, BIM 라이브러리 및 프로그램 개발을 통한 핵심기술의 확보, 사업별 전문가 인력 육성과 관리를 통한 실시간 지원체계 확립 등 체계적인 건설기술 지원시스템의 구축과 건설기술의 국내외 Feedback 체계 도입으로 글로벌 건설기술을 선도하게 될 것임
- 도로분야 BIM 도입을 통한 설계·시공 기술의 선진화로 국내 도로 관련 건설기술을 한단계 발전시킬 수 있을 것이며 국가 전략에 부응한 도로 사업과 ICT 접목 및 통합 도로사업 관리 Know-How를 패키징하여 기술경쟁력 강화를 통한 글로벌 전략 차원에서의 가시적인 기술 자산화를 실현할 수 있을 것임

4.1.2 해외 건설사업 수주기회 확대

- 구조물의 생애 全 주기를 일관된 3차원 시설물 모델을 통해 계획 단계부터 수명을 다한 도로의 최종 철거 단계까지의 데이터를 관리하는 BIM은 글로벌 시장에서 우리 기업들의 건설사업 수주에 기여하는 중요한 핵심무기가 될 것임
- 새로운 패러다임인 BIM을 활용한 도로 시설관리 기술 및 정책에 대한 정부의 일관된 로드맵 제시와 연구개발 투자는 현재까지 쌓인 국내 도로사업관리 Know-How와 다양한 선진건설기술 및 축적되는 BIM기술 등의 융합을 통한 글로벌 경쟁력 강화로 이어져 해외 건설사업 수주의 기회가 증대될 것임

4.1.3 건설사업 효율화 도모

- BIM에 기반한 건설 사업은 참여자 간의 정보공유와 발주자와의 의사결정

구조를 간소화할 수 있어 보다 효율적인 건설사업 관리체계를 구축할 수 있으며, 공기 단축 및 공사비 절감효과를 실현할 수 있을 것임. 또한 BIM과 같은 선진기술을 활용하여 기술경쟁력 강화는 물론 BIM 전문인력들이 건설 엔지니어링 기술 발전을 선도할 핵심 인력으로 자리 매김할 것임

4.1.4 조기 개발을 통한 자체 기술 브랜드화

- 건설산업의 경우 세계시장에서 치열한 생존경쟁을 경험한 제조업에 비해 브랜드의 중요성에 대한 인식이 늦고 브랜드 국제화의 수준이 낮은 편이므로 글로벌 브랜딩 전략에 관한 모색이 요구됨. 과거 건설업의 경우 정부 재정을 이용한 공공부문의 SOC 투자가 지속적으로 증대하고 민간에서는 아파트와 같이 수요가 공급을 초과하는 재화가 존재했기 때문에 적극적으로 브랜드 가치를 키우거나 국제화하고자 하는 동기가 부족하였음
- 정부의 엔지니어링 기술 향상을 위한 제도적 뒷받침, 건설·시공 기술의 글로벌화, 중장기적인 선진기술 도입 전략을 통한 BIM 핵심기술 개발로 국내 건설기술의 경쟁력 기반을 구축하고 건설 단계별 역량을 강화하여 자체 기술 브랜드화를 통해 글로벌 시장 점유율을 높여 나갈 수 있을 것임

4.2 건설사업 단계별 BIM 도입효과

4.2.1 기획단계의 BIM 도입효과

- 도로 사업의 기획단계 업무는 도로의 타당성 및 입지분석, 도로의 지역별 사용량 대비 공급량 개략검토, 사업의 입지 검토 등이 있음. BIM 활용 기능은 주로 적정 입지분석, 주변 환경성 평가, 조감도 분석 등이 기본적으로 가능하며 4D기반의 개략적 공정시뮬레이션 기능 등도 포함됨

표 3.1.20 기획단계 BIM 도입효과

요구기능	기능내용
타당성검토	사업 타당성 검토
입지 분석	주요 시설물 입지 적정성 검토
대안검토 시뮬레이션	대안 구조물의 비교 시뮬레이션
개략일정 시뮬레이션	개략적인 일정의 공정 시뮬레이션
개략 사업비 분석	개략적 사업비 분석 결과의 시각화
배치/경관 계획 시뮬레이션	환경 및 외부 타당성 분석평가를 위해 개략적 형상정보를 통한 구조물의 배치 및 경관 시뮬레이션
조감도 시뮬레이션	개략적 기획단계 정보에 기반한 조감도를 현장 여건 등과 조합하여 시뮬레이션

- 타당성검토 업무는 B/C분석 등의 수치적 분석이 주요 정보로 사용되므로, 시각적 정보로 구성되는 BIM의 적용성이 저하될 수 있음. 그 외의 기획 단계 업무들은 대부분 BIM정보 활용이 가능하며, 특히 도로나 교량의 입지분석 시 적정 위치선정 등의 업무에는 유용한 기능임. 교량공사의 위치선정시 현장 조건을 고려한 적정위치를 시각적으로 파악할 수 있음
- 기획단계의 주요 업무는 프로젝트의 미관, 경관, 일정 및 시공 계획 등을 수립하는 것으로서 이를 구체화된 정보로 제공할 수 있는 BIM 기능이 요구됨. 먼저 조감도 시뮬레이션은 기획단계에서 가장 활용도가 높은 기능임. 이는 사전에 기획한 구조물의 형상을 개략적 수준의 3D 모형으로 구현함으로써 보다 현실적으로 구조물의 외관과 주위환경의 적합성을 검토할 수 있게 함
- 구조물 형식 검증과 유사 2D 도면 생성 기능은 표준 구조물의 형상과 유사한 2D 도면을 BIM 데이터베이스화하여 기획된 예상 구조물의 형상을 3D 모델로 간편하게 구현함으로써 사전에 시각적으로 구조물 형식과 유사 2D 도면을 검토 할 수 있는 기능임
- 구조물 배치계획 기능은 공사현장을 3D 지형도로 생성하고 완성된 구조물 3D 모형을 3D 지형도 상에 구현함으로써, 현장여건을 고려하여 구조

물 배치계획을 수립할 수 있게 함

- 개략적 공정분석기능은 구조물의 상위공정 및 개략적인 일정을 생성하고, 이를 3D모델에 연계하여 시뮬레이션함으로써 개략적인 일정과 공정에 따른 시공과정을 파악할 수 있게 함

4.2.2 설계단계의 BIM 도입효과

- 설계단계에는 설계 성과품 관리 및 설계 공정관리 업무가 주요 업무임. 이러한 업무들은 BIM 활용으로 업무의 정확도를 높일 수 있고 업무량을 감소시킬 수 있음. 설계단계 BIM 활용의 기본 기능은 객체의 설계오류, 간섭등의 파악을 위한 구조물 공간검토 및 객체간섭 검증기능이며, 구조해석정보와 공사비정보 등을 설계 객체 부위별로 연계하여 관리할 수 있음. 이러한 기본적 활용 외에도 지하시설물의 시각적 객체 분석, 지형의 표고, 경사, 수계 분석 등도 구현될 수 있음

표 3.1.21 설계단계 BIM 도입효과

요구기능	기능내용
형상정보 3D모델링	개략적 3D형상정보를 갖는 모델링
표고, 수계, 경사 및 지하매설물 검토 시각화	단지의 원지형 및 계획지형 표고, 수계, 경사 및 지하매설물을 시각적으로 분석 하여 최적의 단지설계 계획 시뮬레이션
배치계획 시뮬레이션	3D형상 모델을 활용한 개략적 구조물 배치 시뮬레이션 [설계 적정성 검토]
경관계획 시뮬레이션	구조물의 일조권, 조명, 경관, 기후변화에 따른 다양한 경관계획 시뮬레이션
상세도면 3D모델링	상세부위의 자체 3D 모델 생성기능
단면정보 검토 시각화 기능	선택 구간에 의한 종/횡단면/거리 추출 및 단면정보 시각화 분석
간섭분석 설계	객체간 간섭분석
시공성 분석	단면분석 및 모델링된 3D객체의 오류 및 사전 시공성 분석
설계공정관리	설계업무의 단계별 공정관리

- 설계 성과품을 3D로 납품받은 후, 부서별로 설계도의 적합성을 BIM도구로 검증하게 됨. 검증작업에는 객체간 간섭검토 등이 필요하고 필요한 부위에 대한 3D모델링 작업을 직접 수행할 수 도 있음. 3D 모델링, 지하매설물 검토 기능은 모든 사업에서 활용될 수 있고 도로사업의 경우 입지선정을 위해 3차원의 위치선정 검토기능과 전기 및 기계공종들의 토목공종간 공사시기 간섭 검토 등에 효과를 얻을 수 있음

4.2.3 시공단계의 BIM 도입효과

- 발주관리를 위한 시공단계 기능은 공종별 상세 시공현황관리보다는 종합적 시공관리기능이 요구됨. 즉 본사와 현장 간 시공업무 협업관리, 설계변경관리, 진도관리 등이 주요 기능이 될 수 있음. BIM기반 시공단계 업무는 4D객체를 중심으로 공사관리 업무가 수행되므로 4D 모델을 구성하기 위해서는 WBS코드와 이와 연계되는 외부 일정정보 및 3D객체의 연계 간편화 기능이 요구됨. 일정별 객체의 실제 진도정보 입력을 통한 진도관리 시뮬레이션 기능도 시공단계의 주요 기능임

표 3.1.22 시공단계 BIM 도입효과

요구기능	기능내용
공정 시뮬레이션	일정에 따른 공사진행 현황을 시뮬레이션하여 공정계획 오류 등의 파악이 가능한 일정정보 시각화 (4D)
사업비 초과 공정관리	계획대비 사업비 초과 공정 및 구역의 집중관리 시뮬레이션 (5D)
자원 관리	공급자재의 공정 기간별 원활화 시뮬레이션 (6D)
공기 초과 공정관리	계획대비 공기 지연 공정 및 구역의 집중관리 시뮬레이션
민원 관리	민원 예상 공정의 시뮬레이션
협업관리	시공정보의 부서별, 참여기관별 협업체계 구축
설계변경 관리	설계변경 공정 및 구역의 계획대비 변경 안의 시각적 시뮬레이션
진도관리 시뮬레이션	진도정보의 입력으로 계획공정대비 실제 공정율 진도의 시각적 시뮬레이션
대안공법 검증	시뮬레이션 대안 공법별 공정 시뮬레이션
광역현장 관리	Key-Map을 이용한 사업현장 광역 구역의 관리

- 시공단계는 설계단계에 생성된 3차원 모델을 바탕으로 일정정보와 연계하여 순차적 객체 보여주기가 가능한 공정시뮬레이션 기능이 기본적으로 활용될 수 있음. 도로 사업의 공정 시뮬레이션은 현장 작업공정 수준의 상세한 객체별 시뮬레이션보다는 관리적 수준의 시뮬레이션 기능에 특화되는 것이 바람직함. 또한 단순 공사일정의 시각화외에, 참여자간 분기별 진도관리 협의를 위한 공정진행현황 협의용 기능들이 개발되어 구성된다면, 현재의 보할 개념 수치적 진도관리를 시각적 개념으로 변화시킬 수 있음. 또한 공정 시뮬레이션기능은 인접공간내의 일정중첩으로 인한 작업 생산성 감소와 작업공간 중첩으로 인한 시공성 저하 등을 감소시키는 공정 최적화 시뮬레이션 기능들도 유용하게 활용될 수 있음

제2절 도로분야 BIM도입 관련 법 · 제도 · 가이드 개선방안 검토

공공재원을 투입하여 추진하는 도로건설공사는 국민의 원활한 경제활동과 사회편익을 증진하는데 목적을 두고 있으며, 도로의 역할과 기능을 고려할 때 목표로 하는 성능과 품질을 확보하면서 주어진 예산과 기간 내에 효율적으로 건설하는 것이 가장 중요한 과제이다.

정부는 도로건설공사를 효율적으로 조달하기 위하여 공정한 경쟁에 의하여 계약상대자를 선정하고, 국가예산의 효율적 계획·집행을 목표로 도로건설공사 규모와 기술적 특성에 따라 다양한 제도를 운영하고 있다.

국내 건설시장의 경쟁 심화, 해외 글로벌 건설시장에서의 경쟁력 확보를 위해서는 도로 설계 및 시공 등의 선진화를 위한 BIM의 조속한 도입이 필요하지만, BIM 기반의 새로운 설계·시공·유지관리 기법의 도입에 따른 발주·입찰방식 및 계약절차의 변화 등을 고려할 때 BIM의 조기 정착 및 활성화를 위해서는 관련 법의 개정 및 제도의 개선이 필수적으로 요구되고 있다.

1. 도로건설공사 관련 법 및 제도의 현황

도로건설공사 관련 법 및 제도는 그림 3.2.1과 같이 다양한 변화과정을 거쳐 현재에 이르렀으며, 최근에는 건설기술의 경쟁력을 강화하고 관련 산업의 발전을 도모하기 위하여 건설기술 관리체계를 규제 중심에서 관련 산업의 진흥과 지원 중심으로 전환하고, 세분화된 건설기술용역 업무 영역 및 건설기술인력 분야를 통합하여 국내 건설기술산업의 해외진출과 경쟁력 향상을 도모하려는 목적으로「건설기술관리법」에서「건설기술진흥법(시행 2014. 5. 23)」으로 변경하여 시행하고 있다.



그림 3.2.1 도로건설공사 관련 법·제도의 변천과정

도로건설공사를 추진함에 있어 중요한 것은 계획된 품질과 성능을 확보하면서 주어진 예산과 기간 내의 효율적인 조달이며, 이를 위해서는 무엇보다도 철저한 사업계획과 시설물의 규모와 특성에 부합하는 다양한 입·낙찰 방법 및 계약절차 등이 구비되어 있어야 한다. 특히, 도로건설은 공공분야 발주규모가 차지하는 비중이 매우 높고, 수주산업이라는 건설생산방식의 특성상 건설사업 참여주체 간의 역할과 책임범위를 명확히 하고, 우수한 기술력과 사업수행능력을 보유한 업체를 선정하여 공공시설물을 조달할 수 있도록 공정하면서 투명한 입찰 계약방법 및 절차와 세부 운영기준 등을 요구하고 있다.

국내 도로건설공사의 입찰계약절차 및 기준 등에 관한 사항은 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률(이하 국가계약법)」에 규정하고 있으며, 국가계약법은 1951. 9. 24 제정된 「재정법」 및 그 대체법인 「예산회계법」에 의하여 운영되어 오다가 1995. 1. 5 WTO에 의한 정부조달협정에 따른 국가계약법 제정으로 계약부분이 독립되어 현재에 이르고 있다. 입·낙찰제도에 있어서도 공사규모에 따라 적격심사제와 최저가낙찰제에 의하여 계약상대자를 선정하고 있었으나, 원활하고 공정한 경쟁시스템이 작동하지 못하고 있다고 판단하여 현행 입찰가격 중심의 평가를 가격과 공사능력을 종합적으로 평가하고, 공사수행능력이 우수한 업체가 적정 가격으로 공사를 수행할 수 있도록 종합심사낙찰제를 도입하였다.

표 3.2.1 기존 공공공사 발주제도의 구분

공사규모와 난이도를 고려하여 설계·시공 일괄 또는 분리방식으로 발주하고, 발주방식에따라 일정한 낙찰자 결정방식을 적용		
설계·시공 분리	적격심사제	○ 300억 원 미만 공사 – 최저가 입찰자부터 “수행능력+가격”을 심사하여 일정 점수 이상인 자를 선정
	최저가 낙찰제	○ 300억 원 이상 공사

		- 최저가 입찰자 순으로 입찰금액이 저가심의를 통과할 경우에 낙찰자로 선정

설계·시공일괄	턴키 입찰	○ 300억 원 이상 고난도 공사 등 - 설계와 시공을 일괄하여 입찰하고, 최고점수 획득자를 선정
	대안 입찰	○ 300억 원 이상 고난도 공사 - 원안설계입찰과 대안설계입찰을 병행 입찰하되, 발주기관에게 최고 이익이 되는 자를 선정
	기술제안 입찰	○ 상징성, 예술성 등이 필요한 고난도 공사 - 입찰자가 기술제안을 하고, 최고점수 획득자를 선정

2. 유사사례를 통해 본 BIM 도입을 위한 법 개정 필요성

1999년「공공사업효율화종합대책」에 의하여 의무화된 설계VE(Value Engineering)는 법령에서는 설계의 경제성 등 검토라는 용어를 사용하고 있으며, “최소의 생애주기비용으로 시설물의 필요한 기능을 확보하기 위하여 설계 내용에 대한 경제성 및 현장 적용의 타당성을 기능별, 대안별로 검토하는 것”으로서 생애주기비용 관점에서 검토가 불가능한 경우 건설사업비용(시설물의 완성단계까지 소요되는 비용의 합계) 관점에서 검토하도록 하는 제도이다. 2000년 설계의 경제성 등 검토를 의무화(15개 조항 신설)를 법제화 하였으며, 2005년 건설기술관리법(현재 건설기술진흥법) 시행령 개정을 통하여 총사업비 100억 원 이상의 건설공사에 대하여 설계VE 시행을 확대 적용하고 있다.

설계VE의 도입 초기에 명확한 가이드라인 등이 마련되지 않은 상태에서 설계VE 업무의 발주 및 VE가 수행되어 용역 발주를 담당한 수요기관에서 참고할 만한 기준 및 지침이 없어 용역발주 업무시 혼선이 발생되었으며, 실질적인 VE 업무를 수행하는 용역업체는 각기 다른 기준과 지침을 바탕으로 업무를 수행하고 있었다. 이처럼 수요기관과 용역업체 업무수행의 혼선은 VE를 통해 얻을 수 있는 자원의 효율적 사용 및 품질의 향상 기회를 살리지 못하는 경우가 많다. 현재는 설계의 경제성 등에 관한 시행 지침(고시), 총사업비 관리지침(기획재정부), 설계관리지침(고시) 등 하위 기준까지 정비가 이루어져 원활하게 추진되고 있다.

설계VE의 도입과정과 관련법의 정비 및 지침 등 관련 제도의 정비를 비추어

볼 때 BIM 기반의 도로건설 관련 용역이 조기에 정착되고, 시행 착오 및 혼선을 최소화하기 위해서는 관련 법 및 제도에 대한 사전 개정 및 정비가 중요하다.

3. BIM 조기 도입 및 정착을 위한 관련 법 개정 내용

건설기술용역사업에 관하여서는 건설기술진흥법 제35조(발주청이 시행하는 건설기술용역사업)에 “① 발주청은 건설기술용역사업 또는 「건축사법」 제2조제3호에 따른 설계(이하 ″건축설계″라 한다) 중 대통령령으로 정하는 규모 이상의 사업을 시행할 때에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 집행계획을 작성하여 공고하여야 한다.”라고 규정하고 있고, “② 제1항에 따라 공고된 사업은 대통령령으로 정하는 사업수행능력 평가에 의한 선정기준 및 선정절차에 따라 선정된 건설기술용역업자(건축설계에 대하여는 「건축사법」 제23조에 따라 건축사사무소개설신고를 한 자를 말한다. 이하 이 조에서 같다)에게 맡겨 시행하여야 한다. 다만, 제36조에 따라 건설기술을 공모(公募)하는 경우에는 그러하지 아니하다.”등으로 규정하고 있으며, 동 법 제46조(건설공사의 시행과정)에는 “① 발주청은 건설공사를 경제적·능률적으로 시행하기 위하여 건설공사의 계획·설계·시공·감리·유지·관리 등(이하 이 조에서 ″건설공사의 시행과정″이라 한다)을 대통령령으로 정하는 절차 및 기준에 따라 수행하여야 한다.”라고 규정하고 있다.

건설기술진흥법 시행령(제51조)에서는 예정 용역사업비에 대해「국가를 당사자로 하는 계약에 관현 법률」에 근거하여 대통령령으로 정하는 규모 이상의 사업으로 규정하고 있으며, “건설기술용역업자 등의 선정, 건설기술의 공모대상·공모대상 및 방법”등을 규정하고 있다.

그 밖에 “공사수행방식의 결정, 기본설계, 공사비 증가 등에 대한 조치, 실시설계, 측량 및 지반조사, 설계의 경제성 등 검토”등을 규정하고 있어 이에 대한 상세한 검토와 동 법 시행규칙에 규정하고 있는 관련 내용에 대한 검토·분석이 BIM의 조기 정착을 위한 중요 과제가 된다고 판단된다.

따라서 BIM 기반의 도로설계·시공·유지관리 단계별 용역을 시행하기 위해서는 건설기술진흥법 시행령 등 관련 법에 BIM 관련 조항의 신설 개정이 필요하

다고 판단된다. 아래의 표 3.2.1은 도로건설 및 유지관리업무 수행과정에 관련된 법령을 정리해 놓은 것으로 향후 법 및 제도 관련 용역의 대상이 되는 법 및 규정을 요약한 것이다.

이와는 별도로 제도적인 측면에서도 각 발주청에서 BIM 기법의 적용 여부 등에 대해 어려움을 겪지 않도록 BIM 기반의 발주업무의 가이드가 될 수 있는 발주안내서가 필요하며, 발주시 참여 기술자에 대한 대가기준이 없는 경우 BIM 용역의 적절한 대가를 받을 수가 없어 BIM 용역 업무가 요식행위로 그칠 우려가 있으므로 BIM 용역의 적절한 대가를 지불하여 적극적으로 BIM용역에 참여를 유도할 수 있도록 용역대가기준의 정비 등 제도적인 지원이 필요하다.

표 3.2.2 도로건설 공사 및 유지관리 업무 관련 법 및 규정

구분	주요업무	관련 법령 및 규정
기획	기본구상	건설기술진흥법시행령 국토의계획및이용에관한법률 국토해양부투자심사및정책연구용역관리규정 국가재정법시행령
	예비타당성 조사	기획재정부 재정정책자문위원회 설치운영규정 예비타당성 조사 운용지침
	예산확보	국가재정법 국가재정법시행령
	타당성조사	총사업비관리지침(기획재정부) 건설기술진흥법, 령 국가통합교통체계효율화법 국가통합교통체계효율화법시행령 국토교통부 총사업비 조정 지침 건설공사사후평가시행지침
	건설공사 기본계획	건설기술진흥법 시행령 문화재보호법, 령, 규칙 문화재지표조사업무처리지침 총사업비조정지침(기획재정부) 국토교통부총사업비조정지침 디지털예산회계시스템(D-brain)
기본설계	조사 및 기본설계	건설기술진흥법 시행령 환경영향평가법 제2장 전략환경영향평가 환경영향평가법시행령, 규칙 환경영향평가정보지원시스템(http://eiass.go.kr) 도시교통정비촉진법, 령

		도로법 설계의경제성등검토에관한시행지침 건설공사의설계도서작성기준 제2편도로공사설계용역성과품작성기준 전자설계도서작성.납품지침제11조(전자설계도서작성·납품지침적용) 건설사업정보시스템운용지침(건설사업관리시스템) 건설공사사후평가시행지침
	총사업비 조정	총사업비관리지침(기획재정부) 국토해양총사업비조정지침 디지털예산회계시스템(D-brain)
실시설계	실시설계	건설기술진흥법시행령 건설사업정보시스템운용지침(건설사업관리시스템) 환경영향평가법, 령, 규칙 도시교통정비촉진법,령 도로법 자연재해대책법시행령 설계의경제성등검토에관한시행지침 건설공사의설계도서작성기준제2편도로공사설계용역성과품작성기준 전자설계도서작성납품지침제11조(전자설계도서작성·납품지침적용) 건설공사사후평가시행지침(건설CALS포탈시스템,http://www.calspia.go.kr)
	총사업비 조정	총사업비관리지침(기획재정부) 국토교통부총사업비조정지침 토석정보시스템
발주	시공발주	국가를당사자로하는계약에관한법률, 령, 규칙
	감리발주	건설기술진흥법, 령, 규칙 국가를당사자로하는계약에관한법률시행령, 규칙
	총사업비 조정	국토해양총사업비조정지침제4조(요청시기등) 총사업비관리지침(기획재정부)제26조(낙찰차액의감액)
	도로구역 결정고시	1.도로법제25조(도로구역의결정) 2.농지법제36조(농지의타용도일시사용허가등) 3.산지관리법제14조(산지전용허가),제15조(산지전용신고) 4.하천법제33조(하천의점용허가등) 5.소하천정비법제14조(소하천의점용등) 6.국토의계획및이용에관한법률제30조(도시·군관리계획의결정) 7.국토의계획및이용에관한법률제88조(실시계획의작성및인가등) 8.공유수면관리및매립에관한법률제8조(공유수면의점용·사용허가) 9.공유수면관리및매립에관한법률제17조(점용·사용실시계획의승인등) 10.공유수면관리및매립에관한법률제28조(매립면허) 11.초지법제23조(초지의전용등) 12.사방사업법제20조(사방지의지정해제등) 13.장사등에관한법률제23조(공설묘지등의사용료·관리비의부과)

		14.군사기지및군사시설보호법제13조(행정기관의처분에관한협의등) 15.광업법제34조(공익상이유에따른취소처분등) 16.산업입지및개발에관한법률제12조(행위제한등) 17.자연공원법제23조(행위허가) 18.도시공원및녹지등에관한법률제24조(도시공원의점용허가),제27조(도시자연공원구역에서의행위제한) 19.농어촌도로정비법제12조(다른법률에따른인가·허가등의의제)
	사후환경영향조사	환경영향평가법, 령, 규칙
	도로점용 및 연결허가관련 민원행정	도로법 건설사업정보시스템운용지침
	용지보상	공익사업을위한토지등의취득및보상에관한법률 건설사업정보시스템운용지침제9조(용지보상시스템)
	부담금 납부	자연환경보전법 개발제한구역의조정을위한도시관리계획변경안수립지침 산림청 고시 제2010-34호 산림청 고시 제2010-35호 산지관리법, 규칙
	폐기물 처리	건설폐기물의재활용촉진에관한법률
	착공	건설기술진흥법, 령, 규칙 건설사업정보시스템운용지침
	실정보고 및 설계변경	건설사업정보시스템운용지침
	기성검사	건설기술진흥법시행령 국가를당사자로하는계약에관한법률시행령 건설사업정보시스템운용지침
	준공검사	현행회계예규 건설기술진흥법시행령 건설사업정보시스템운용지침 전자설계도서작성.납품지침 건설공사사후평가시행지침
	인수/인계	도로법 도로법시행령
	감리용역평가	건설기술진흥법, 령, 규칙 전면책임감리용역평가시행지침
	시공평가	건설기술진흥법, 령, 규칙 건설공사시공평가지침
	설계용역평가	건설기술진흥법, 령, 규칙
	사후평가	건설기술진흥법시행령 건설공사사후평가시행지침
유지	유지보수 계획수립	건설기술진흥법시행령 건설사업정보시스템운용지침

관리		도로의유지·보수에관한규칙(국토해양부령제111호,2014.07.15)
	안전점검	건설사업정보시스템운용지침 시설물의안전관리에관한특별법 시설물정보관리종합시스템(http://www.fms.or.kr) 특정관리대상지정관리지침
	보수	건설사업정보시스템 운용지침
		건설사업정보시스템 운용지침
	재해관리	행정안전부 소방방재청 국가재난관리시스템(www.safekorea.go.kr)

4. 소결

국내 건설시장의 경쟁심화, 해외 글로벌 건설시장에서의 경쟁력 확보를 위한 BIM의 조속한 도입을 위해서는 이를 위한 기반체계가 구축되어야 하며, 새로운 설계·시공·유지관리 기법의 도입에 따른 발주·입찰방식 및 계약절차 등의 변경에 따른 혼란을 예방하고, 조기 정착을 위한 관련 법 및 제도의 정비를 위해 관련 연구가 이루어져야 한다.

제3절 도로분야 BIM 기술개발 정책제언

1. 제언배경

도로분야에 BIM 기술을 도입하는 방안으로 기술확보 및 시장확보 그리고 환경조성으로 분야를 구분하여 전략을 수립하고 그 전략을 실행하기 위한 과제들을 도출하였다. 실행과제들 역시 시장, 기술, 환경으로 구분되는데 기술확보를 위한 과제들은 국가 R&D를 통한 기술개발 과제로 추진하게 될 것이고, 시장 및 환경조성 분야의 과제는 주무부처의 재정사업으로 추진될 것이지만, 일부과제는 국가 R&D로 추진하는 방안을 고려할 필요가 있다.

최근의 국가 R&D 사업은 기존에 기술개발에만 치중하던 방식이 제품화 및 사업화로 연결되지 못하는 단점을 보완하고자 선도형 R&BD 체계로 전환하고 있다. 이 방식은 제품화, 사업화 및 시장창출에 중점을 두고 시장과 일자리 개척을 목표로 수요에 기반을 두고 과제를 선정하여 지원하는 방식을 따르고 있다. 따라서 이 방식에서는 사업화 및 시장조성 역량을 강화하기 위한 과제, 인프라 조성을 위한 초기 연구, 기술의 사업화와 제품화된 기술의 지속적 개선을 위한 선순환 펀드 조성을 위한 방안 연구, 그리고 서비스 및 마케팅 방식 선진화를 위한 연구 등과 같이 시장창출과 기술의 지속성을 위한 과제도 기술개발 과제와 패키지 형태로 묶어 대형과제로 구성하여 사업단이나 연구단 형태로 지원하여야 지속가능한 개발이 될 것으로 판단한다.

따라서 본 절에서는 BIM 연구 및 기술개발이 연구에서 그치지 않고 제품화 및 시장개척으로 발전할 수 있도록 시장조성을 위한 과제도 국가 R&D로 지원해 주는 방안을 제안한다.

1.1 BIM 기술개발(R&D)의 의미

국내 도로 BIM 신규 시장조성 또는 해외 BIM 시장진입 분야로 국가 R&D 중심을 약간 이동하면 연구 및 기술개발 프로젝트는 Project 형 과제와 Non-Project 형 과제로 구분할 수 있다. 여기서 Project 형 과제는 1회성이고

기술개발 목적의 과제로서 실패 위험이 크지만 성공할 경우 그 부가가치가 막대한 과제를 말한다. 반면 Non-Project 형 과제는 사업화, 제품화, 시장창출을 위해 지원하는 성격의 과제로서 1회성이 아니라 지속될 사업이지만 계속 과제비를 지원해야하는 사업은 아닌 과제를 말한다. 이 과제들은 일단 시작단계에 Seed Money 형식으로 사업계획 및 방안을 수립하는 일은 지원하고 나면 지속성을 위한 자금은 선순환 구조를 갖게 하여 자생력을 키우거나, 정부가 일부를 지원해도 산업 및 시장이 활성화되는 환경을 만들어 주는 일이므로 큰 무리는 없을 것이다. 또한 이 지원금은 민간의 선순환 구조를 갖도록 자금조달의 지속성을 강화하는 방향으로 정책을 추진하면 될 것이다.

건설산업이 도로 BIM으로부터 시작되는 창조적 혁신을 이루고 나면 전통 주력산업과 ICT 융합을 통한 선진화로서의 의미를 갖게 된다. 이 때 시장환경 조성을 위한 Non-Project 형 과제는 BIM 연구개발사업의 제품화 및 새로운 시장개척의 진흥책으로서 촉매와 같은 역할을 하게 될 것이다. 여기에는 시장을 직접 조성하기 위한 신규 발주물량을 BIM 기반으로 발주하는 과제부터 시작하여, 그 시장이 지속될 수 있도록 사업하기 좋은 환경을 조성하는 과제, 지속된 시장이 활성화되어 해외시장까지 성장할 수 있도록 지원하는 과제, 그리고 산업계가 자립하여 자발적으로 투자할 수 있는 환경을 조성하는 일까지를 포함할 수 있다. 또한 협업의 기술로 활용이 쉬운 BIM의 특성상 건설산업이 Network형 산업으로 전이할 수 있는 기회를 제공하여 새로운 업역이 창출될 수 있도록 정책을 편다면 최근 현안으로 떠오른 청년실업과 고령화에 따른 퇴직자의 일자리 창출에도 기여할 수 있을 것으로 예상한다.

1.2 BIM 기술의 발전전망

현재 건축분야 BIM 기술은 활발하게 시장이 열려있고 기술도 성장하고있는 것으로 조사 되었으나, 토목분야는 시공성 검토 및 구조적으로 복잡한 경우 등 전체 프로젝트가 아니라 부분적으로 BIM을 도입하여 운영하고 있다. 세계적인 추세나 시장을 보아도 토목분야는 아직도 시장이 활성화되지는 않은 상태로 파악되었다. SWOT분석 결과 세계 토목분야 BIM시장에 지배적 강자가 아직은 없다는 결론을 내렸으며, 이는 향후 관련 기술개발시 우리에게 좋은 기회가 될 것으로

예상된다. 물론 이 상황은 누구에게나 마찬가지이나, 이 시기에 우리가 신속하고 정교하게 R&D에 투자하면 그 기회가 우리 것이 될 수도 있다고 판단된다.

과거에는 표준화가 시장을 뒤따라가는 추세였으나 이제는 강대국들이 기술우위를 점하면서 글로벌 스탠더드를 앞세워 시장을 선도하는 추세이다. 세계시장에서 기술표준을 리드한다는 사실은 시장을 개척하는데 유리한 고지를 점하고 있음을 의미한다. 현재 우리나라는 토목 BIM 기술의 국제 표준화에서 기술을 선도해가는 중에 있다. 이는 우리나라의 ICT 기술역량이 출중함은 물론, 지속적으로 BIM 연구개발에 투자한 결과이다. 이것 역시 우리의 강점으로 작용하여 우리나라가 BIM 기술을 빨리 개발하면 시장을 선점할 수 있어 타 국가와 확실한 차별화를 달성할 수 있다.

그러나 이 앞선 표준화 기술을 활용하여 응용 소프트웨어인 BIM 활용 도구를 만드는 기술은 기술개발 투자비용이 많이 들며, 개발 후의 사업화에 위험성이 있어 민간 소프트웨어 회사들이 투자하지 못하는 실정이다. 이때 정부가 초기의 핵심 소프트웨어 기술개발 사업을 지원하면 국내 BIM 기술은 표준화는 물론, 응용기술분야까지도 일취월장할 수 있을 것이다.

이에 더하여 개발된 기술이 사장되지 않도록 제품화 및 사업화를 위한 과제지원 및 시장조성을 통해 시장을 개척하는 일에도 투자를 아끼지 않는다면 우리나라의 BIM 기술은 획기적으로 발전하여 국가경제에 이바지하는 것을 넘어 산업구조 개편으로 국제경쟁력을 강화하는 데에도 기여할 것이다.

앞 장의 기술현황 분석 결과를 보면 건축분야 BIM의 경우 기술이 성장기에 접어들었으며, 향후 그 수요가 증가하면서 성숙기로 접어들어 발전하게 될 것이다. 왜냐하면 수요가 공급을 불러일으키기 때문인데, 건축분야에 BIM이 도입된 이유를 보면 그 수요가 증가하는 것이 당연한 것임을 알 수 있다. 건축에서는 설계 고도화에 따른 요구사항 증가, 효용성 확인을 통한 발주자 요구수준 향상에 따라 발주 및 적용 사례가 점차 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 비정형, 초고층 건축물 증가로 인한 발주자의 요구도 고급화되고 있으며, 건축물 에너지 효율 분석, 일조량 분석 등 친환경 설계요구가 증가하고 있는 추세이다. 그리고 유지관리 첨단화 및 생산성 향상 등의 목적으로도 BIM 도입은 늘어나고 있다. 이러한 수요의 고급화, 요구수준의 향상, 친환경 추세, 그리고 유지관리의 효율화 요구 등의 유인으로 BIM 기술은 지속 발전할 것이다.

반면 토목분야의 경우 BIM기술은 현재 태동기이다. 우선 도입한 경우를 보면, 공공기관 및 대형건설업체를 중심으로 구조물을 대상으로 시범적으로 적용하고 있으며, 공정관리 등의 여러가지 사전 시뮬레이션, 설계오류 검토 등의 용도로 BIM 기술을 도입하고 있다. 즉 전체 공종에 적용하기보다는 필요에 따라 부분적으로 BIM기술을 적용하고 있는 실정이다. 따라서 토목분야의 BIM기술은 아직은 시작 단계이나 발전 가능성은 훨씬 크다고 판단된다.

2. 제언내용

BIM 기술을 도로분야에 도입하는 방안 중에서 기술확보를 위한 연구개발은 국가 R&D 사업을 통해 지원하게 될 것이므로 확립되어 있는 일반적 연구개발 지원정책을 기반으로 하여 핵심요소 몇 가지만 고려하면 될 것으로 판단된다. 그러나 개발된 기술은 연구에만 그치지 않고 산업에 활용하여 국가경제를 활성화 하는데 직결하는 것이 더욱 중요하다 할 수 있다. 따라서 이 절에서 제안하는 시장확보와 사업환경 조성을 위한 정책은 국내시장을 창출하여 새로이 열린 시장에서 기술과 경험을 축적한 국내업체들이 BIM 기술로 무장하여 해외로 진출함으로써 성장이 한계에 다다른 국내 건설시장을 넘어 해외시장에서 사업기회를 획득하고 산업을 활성화하는 시나리오를 실현하기 위한 방편들로 구성되어있다. 이 방안에는 시장창출을 지원하는 방향으로 정책의 무게중심을 이동하며, 개발된 기술을 제품화하는 정책을 기술개발 사업과 묶어 패키지화하고, 새로이 개척한 시장이 지속적으로 자립하고 성장할 수 있도록 육성하는 진흥책 등을 포함한다.

도로사업에 BIM을 도입할 경우 최대의 수혜자는 바로 정부, 공공기관 등 발주자와 도로관리 주체라고 할 수 있다. 따라서, 정부, 공공기관 등 발주자와 관리주체의 BIM도입 및 활성화를 위한 역할과 함께 산업계-학계의 적극적인 협력도 필요하므로 3자간 역할분담 및 정보공유 등이 이루어져야만 성공적으로 BIM을 정착시킬 수 있을 것이다.

2.1 BIM 사업 환경을 조성하기 위한 정책

2.1.1 BIM 도입을 위한 제도적 환경 정비

BIM 도입 및 활성화를 위하여는 관련법의 제정 또는 기존법령의 정비를 통하여 법령에 근거하여 사업을 지속적으로 추진할 수 있는 제도가 필요할 것으로 판단된다. 그렇지 않으면 사회적 분위기에 의해 우선순위가 밀리거나 정책결정자의 주관에 따라서 사업자체가 난관에 부딪칠 수도 있기 때문이다.

또한, 기술환경 변화추세에 수동적으로 대응하는 방식을 넘어 BIM 활용성을 극대화하려면 설계 및 발주제도를 검토 후 개선하여야 할 것이다. BIM의 효과적인 적용을 위해서는 설계단계에서 시공단계(장비계획, 공정관리계획 등)를 반영해야 오류 최소화 및 설계변경 최소화가 가능해 지는 동시에 4D-BIM, 5D-BIM 구현이 수월해 진다.

아울러, 정부나 발주처에 BIM 관련 업무를 집중적으로 추진할 수 있는 별도의 조직 없이 현업을 수행하면서 BIM 업무를 수행하기에는 업무 부담감이 크므로 별도의 조직을 구성하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

BIM적용 초기에 수요를 발생시켜 시장을 조성하기 위해 시범사업 발주형태로 BIM을 적용하던 방식을 일정규모 이상의 공공 발주사업에서 BIM을 의무적용하도록 법제화하는 것도 지속성을 위해 필요하다. 2016년부터 조달청이 발주하는 모든 건축시설 조달에 BIM설계를 의무적용한 것이 좋은 예이다.

2.1.2 BIM 적용 가이드 마련

BIM을 도입하기 전에 정부 및 발주자, 산업계가 활용할 수 BIM 적용가이드를 개발하여 보급하여야 한다. 이러한 적용 가이드가 없을 경우에는 발주자, 설계자별로 BIM 데이터 작성형식 속성 등이 달라 데이터간 호환성이 떨어질 뿐만 아니라 품질 또는 모두 다르게 될 수 있다. 이 가이드에는 BIM의 적용대상, 범위 및 절차, 데이터 작성, 속성분류 및 규격, 정보수준(LOD), 정보 분류체계, 성과품 납품 및 품질관리 등이 포괄적으로 제시 되어야 함과 동시에 각 주체별 실무자들을 위한 표준 지침이 마련되어야 한다.

2.1.3 BIM 교육 및 인력 양성 시스템 구축

2장의 '위험요인 분석'에서 언급한 바와 같이 국내 유수의 건설사 인터뷰 결과, 해외의 BIM 형식으로 발주된 건설공사에 참여하여 어려움을 호소하고 있는 것이 바로 BIM 전문 엔지니어 부족이다. 해외에서는 착수와 더불어 BIM에 대한 경험과 학식이 풍부한 Manager를 요구하고 있으나, 이에 상응하는 국내 전문가가 없어 결국 해외의 BIM Manager를 고용할 수밖에 없고, 국내 건설사가 수주하였음에도 해외 BIM Manager에게 통제를 받아야하므로 해외진출에서 고부가가치를 달성하려면 BIM 전문 엔지니어 양성이 시급한 실정이다.

BIM 모델링은 '기술'이라기보다는 '기능'이라는 것이 BIM 전문가의 의견이다. 과거 CAD 도입 시 CAD Manager가 있어 도면을 그렸지만 이제는 토목기술자라면 누구나 CAD를 활용할 수 있듯이 3D 모델링 또한 마찬가지로 토목기술자가 수행하여야만 오류를 최소화할 수 있고 고부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위하여 가장 중요한 것이 바로 인력양성 시스템이다. BIM은 설계단계부터 유지관리 단계까지 광범위하게 활용될 것이므로 각 분야에 종사하는 기술자에 대한 지속적인 교육이 이루어져야 한다.

이를 위해 정부는 BIM 전문 엔지니어를 양성하고 BIM 모델 구축 및 운용에 관련된 인력양성을 위하여 기존 국가 기술자격에 BIM관련 자격증 제도를 도입하는 것을 포함한 교육시스템을 구축하여야 할 것이다. 이 교육 시스템에는 대학교육과정에 BIM교육을 추가하는 부분과, 기존 건설기술자에게 BIM 지식을 양성해주는 재교육 부분이 병행되어야 할 것이다.

이처럼 BIM을 이용한 건설산업 고부가가치화 및 시장구조 변경은 최근 건설산업 침체로 퇴출된 고급 엔지니어에게 고부가가치의 새로운 일자리를 제공할 것이다. 더욱이 산업 활성화에 따른 인력 수요로 청년실업해소에도 크게 기여할 것으로 예상되어 정부가 역점을 두고 있는 일자리 창출 정책과도 부합한다.

2.1.4 BIM 공유체계 구축

BIM은 설계단계 사용자 뿐만 아니라 시공 및 유지관리 단계 사용자까지 쉽고 편리하게 성과품을 공유하는 것이 매우 중요하다. 그러나, 현재 BIM 설계는 공종별로 다양한 소프트웨어를 사용하고 있어 소프트웨어별로 데이터 포맷이 달라 데이터를 공유하거나 호환하기 어렵다. 또한 토목부분의 국제표준포맷은 아

직 제정되지 않았다. 따라서 아직은 고가의 각 소프트웨어를 모두 구매하여야만 열람할 수 있는 폐쇄형 BIM 수준에 머물 수밖에 없는 실정이므로 BIM 성과품 공유체계 구축이 매우 시급하다. 이런 이유에서 설계-시공-유지관리 단계의 사용자가 모두 성과품을 볼 수 있도록 공통 뷰어 개발 등 BIM 공유체계를 구축하여야 한다.

2.1.5 BIM 데이터 품질 및 신뢰도 확보

BIM이 도입되면 설계-시공-유지관리 단계에서 수많은 정보의 생성으로 인해 새로운 빅데이터가 구축될 것은 당연하며 생성되는 수많은 데이터에 대한 품질 확보가 관건이 될 것으로 예상된다. 설계자 또는 정보 입력자의 실수로 인한 데이터 오류나 소프트웨어의 구조적인 문제 - 포맷 변환 시 정보의 누락 또는 손실 등 - 로 인한 데이터 오류 등이 발생할 수 있을 것으로 예상되는 바 이에 대한 대비책이 필요할 것이다.

또한, 사용주체 또는 발주자별로 정보수준(LOD)에 대한 기준이 없어 설계자 또는 정보 입력자별로 입력하는 정보수준이 달라 데이터 신뢰도가 상당히 저하될 우려가 있으므로 도로설계에 있어서 적용될 수 있는 정보수준의 설정이 시급하며 이 정보수준은 각 사용주체 또는 발주자별로 BIM 이용 목적에 따라 달라질 수 있으므로 각각 설정하는 것이 필요하다.

2.1.6 BIM 데이터 활용을 위한 인프라 구축지원

BIM에서 가장 중요한 것이 정보통합 또는 정보모델링이다. 이때 계획단계 및 설계단계, 시공단계 더 나아가 유지관리 단계에 발생되는 빅데이터를 담아 두어야 할 인프라가 없다면 정보를 활용하는 것 또한 당연히 불가능하게 된다. 따라서 막대한 BIM 빅데이터를 운용할 수 있는 클라우드 조성 등 인프라를 구축하여야 한다.

아울러, 수많은 정보가 축적된 빅데이터가 구축됨에 따라 보안관리 인프라 역시 매우 중요하다. 외부로부터의 해킹 등에 의한 정보손상 시 그 피해는 고스란히 국가적인 피해로 귀결되므로 이에 대한 철저한 대책을 강구하여야 할 것이다.

2.1.7 GIS 정보 신뢰도 확보

BIM을 통한 3차원 설계가 진행될 경우 궁극적으로는 GIS 기반으로 BIM 설계가 이루어질 것이므로 GIS 정보의 신뢰도는 매우 중요한 사항이다. GIS 정보가 정확하지 않으면 시공단계를 고려한 설계에 이미 많은 오류를 내포할 수 있으므로 시공단계에 많은 설계변경이 발생할 수 있다. 이와 더불어 정부부처 간의 GIS 정보체계가 상이한 문제를 일원화하여 정보사용의 호환성을 높이는 것도 필요할 것으로 판단된다.

2.2 시장 관련 정책

2.2.1 시장창출 및 확대 우선 정책

기술개발과 연구 위주의 R&D 지원 체계를 점검하여 정책우선순위를 시장창출과 확대 그리고 일자리 창출에 두어야할 것이다. 이에 따라 새로운 업역을 개척할 수 있거나 새로운 시장을 조성할 수 있는 분야는 기술개발 초기에는 기술개발 관련 조직이 적극 참여하되 향후 시장조성 단계를 대비하여 연구개발지원 시 시장 조성에 관련된 진흥책을 개발하는 내용도 포함하여 지원정책을 수립하는 방안을 구사해야 할 것이다.

시장을 창출하는 가장 빠른 방법은 수요를 발생시키는 것이다. 다행스럽게도 토목분야는 정부 및 공기업이 수요자로서 타 산업에 비해 수요를 발생시키기 쉬운 여건을 갖추고 있다. 가장 쉬운 방법은 법, 제도를 정비하기 전에 시범 사업을 추진하여 타당성을 조심스럽게 검토하고 문제점을 보완해 가면서 건축분야에서 조달청이 단계적으로 BIM을 의무화한 것처럼 도로사업에 BIM을 단계적으로 의무화하는 것이다. 그 후 여건이 갖추어지고 사회적 수요가 많아지면 제도를 정비해 시스템화 하는 순서로 지원하는 것이 안전할 것이다.

2.2.2 금융지원시스템 혁신

연구개발 결과의 제품화를 통한 사업화라는 사업성격의 특수성을 반영하여 차별화된 자금지원 시스템 구축하여야 할 것이다. 연구개발 직후 기술사업화 과제를 수행하는 기업은 창업초기 기업이거나, 기존 기업이라도 제품개발 초기 단계

이므로 기술개발에 전념할 수밖에 없어 연구개발에 투자가 집중되기 때문에 기업평가시 부채비율이 높게 산정된다. 이 경우 금융기관을 통해 시장에 진입하기 위한 자금을 조달하는 데에는 어려움이 많다. 따라서 일반 기업과 차별화된 금융지원 시스템을 구축해 주어야 한다. 예를 들면 대출 평가기준을 차별화 하는 방법이 있을 수 있겠다.

또 하나의 방법은 과거 주택은행을 통해 서민 주택자금을 지원해 주던 방식을 참고하여 '(가칭)건설융합기술투자회사'를 통한 금융지원이나, 국가가 선도한 후 민간이 투자하고 운영하는 기술협력 Fund를 운용하는 것도 한 방법이다.

싱가폴의 경우 건설산업 생산성을 개선하고 역량을 강화하기 위한 정부 노력의 일환으로 건설청(BCA)이 '건설생산성 및 역량기금 (CPCF: Construction Productivity and Capability Fund)'이라는 이름으로 SGD 25억(약 2조 800억원) 규모의 기금을 조성했다. 이 기금은 싱가폴 건설환경의 인력개발, 기술적용 및 능력개발에 초점을 둔 인센티브제도로 구성되어있다. 인력개발은 인력교육 및 수준향상, Full time 및 Part-time 학부 장학금, 석사학위 장학금 및 후원금, 건설환경 실습지원 등의 장학금 및 후원금이다. 기술적용은 BIM 기금, 기계화 Credit, 그리고 생산성 향상 프로젝트 등에 사용한다. 능력개발은 건설엔지니어링 능력개발을 하는데 사용되는 기금이다.

(http://www.bca.gov.sg/cpcf/cpcf.html, 2014. 10. 31)

이 중 BIM Fund는 교육, 컨설팅, 소프트웨어 또는 하드웨어에서 발생하는 비용의 일부를 환급하여, 생산성을 향상시키기 위해 업무 프로세스에 BIM 기술을 도입하는 기업을 도우는 것을 목표로 하고 있다.

(http://www.bca.gov.sg/BIM/bimfund.html, 2014. 10. 31)

2.2.3 BIM 용역대가 산정기준 마련

사용주체 또는 발주자 입장에서 초기투자 비용으로는 BIM 시범적용 및 용역비용, 기존 시스템과의 연계를 위한 각종 프로그램 개발비용, BIM 소프트웨어 구입비용 등이 발생할 수 있으며 특히, BIM 소프트웨어 간 호환성 결여로 폐쇄형 BIM으로 운영 시에는 엄청난 소프트웨어 구입비용이 소요될 것이다.

설계자 및 시공자 입장에서는 BIM 소프트웨어 구입비용, BIM 유경험자 채용비용, 관련 직원의 교육비용 등의 초기투자가 필요할 것으로 판단된다.

또한 BIM 도입 후 체계 정착 시까지는 장기간 소요될 것으로 예상됨에 따라 그 과정에서 각종 소프트웨어 부재로 인한 수작업의 증가와 발주자가 요구하는 품질수준은 높은 반면 설계자가 수행할 수 있는 역량은 한계가 있어 이로 인한 과다한 인력투입 현상이 나타날 수 있다.

더욱이 BIM의 궁극적인 목적은 정보손실이나 불필요한 재생산 없이 설계단계부터 유지관리단계까지의 총 생애주기 동안의 정보를 효율적으로 활용하기 위한 것이므로 BIM 시스템 운용을 위한 클라우드 구축비용은 필수적이며, 정보가 지속적으로 생성되므로 유지관리비용 또한 지속적으로 발생할 것이다.

이러한 추가비용 소요는 BIM 도입부터 정착단계에 이르기까지 현장조사를 통한 적정한 설계, 시공, 유지보수 대가산정 기준을 정비함으로써 해소될 것으로 판단된다.

2.2.4 단계적 BIM 도입 정책 추진

국내외를 막론하고 BIM 뿐만 아니라 여러 제도의 도입 초기에는 업무량의 증가로 생산성이 저하됨에 따라 많은 혼란과 함께 사용자로부터의 거부감이 있어 왔다. 그러나, 이러한 거부감은 CAD 문화 정착을 보면 어느정도 답을 찾을 수 있을 것으로 기대된다. 1990년대 PC CAD가 보급되었을 때만 해도 '그래도 설계는 손으로 한다' 라고 생각했다. 그러나, 사회적 분위기와 발주자의 품질향상 요구에 발맞추어 2000년대 CAD 상용화로 불과 10년 안에 수작업 도면이 사라졌다.

물론, BIM은 단순히 도면을 그리는 툴인 CAD 도입보다 훨씬 더 복잡하며 정착을 위하여는 다양한 문제점을 안고 있는 것이 사실이다. 따라서, BIM 시스템 도입효과 및 글로벌 경쟁력 확보 등에 대한 많은 홍보와 함께 도입기-과도기-정착기 등으로 구분하여 현실에 맞게 단계적으로 수준을 향상시켜감으로써 거부감을 해소할 수 있을 것으로 기대된다.

2.3 기술개발 관련 정책

2.3.1 도로분야 전 공종에 BIM을 적용할 수 있도록 기술개발

한국도로공사가 시범설계해본 결과 도로건설시 전체 공종에 BIM을 적용하는

데에는 한계가 있었다. 왜냐하면 도로설계 시 BIM 모델링 도구가 없어 모델링이 어려운 공종과 3D 모델링으로 표현할 수 없는 공종, 그리고 임시 구조물 같이 3D 모델링하기에는 부적합한 공종이 다수 있기 때문인 것으로 분석되었다. 이러한 문제점은 3D 모델링을 통한 자동물량 산출 및 WBS (Work Breakdown Structure)와 CBS(Cost Breakdown Structure)를 연계한 4D(공정), 5D(비용), nD 분야로 확대 시 걸림돌이 될 수 있으므로 3D 모델링 공종을 확대할 수 있도록 소프트웨어 개발에 많은 노력이 요구된다.

따라서 모든 공정과 공종에서 생성된 정보를 공유하고 재활용할 수 있도록 정보 프레임워크를 설정하여야한다. 그리고 이 프레임워크에 맞추어 모든 공정, 모든 공종의 BIM 소프트웨어가 운영될 수 있도록 핵심 소프트웨어 및 응용소프트웨어가 개발되어야한다.

2.3.2 자생력 있는 개발기술의 생존토양 조성 및 확대

정부는 국가 R&D 자금지원을 받은 기업이 정부지원에 안주하지 않고 자생력을 갖춘 개발기술은 제품화하여 사업을 지속할 수 있도록 생존 토양을 조성해야 할 것이다. 또한 제품화된 기술이 정부의 지원이 없어도 시장에서 합리적이고 적절한 구조조정이 이루어질 수 있도록 유인하는 정책을 구사해야 할 것이다. 개발기술의 사업화 과정에서 필요한 인력은 최근 10년간 엔지니어링 업역의 불황으로 퇴출된 고급 엔지니어링 인력을 재활용할 수 있도록 유인할 필요가 있다.

2.3.3 개발 신기술 습득을 위한 인큐베이팅 체계 구축

BIM을 처음 도입하려는 업체는 신기술에 익숙한 전문인력을 확보하지 못해 쉽사리 기술을 도입하지 못하게 되고, 중소 엔지니어링 업체 및 전문건설업체는 하드웨어 인프라 구축에 소요되는 비용도 큰 부담이되어 도입을 꺼리게 된다. 이를 위해 정부는 업계가 신기술을 학습할 때까지 BIM 도입 초기비용을 줄이는 지원정책을 펴야 할 것이다. 이런 종류의 과제로는 초기에 '(가칭)BIM Resources Center' 같은 조직을 통해 기업을 지원하고 그 기업이 자사 인력을 확보하면 더 작은 기업들로 지원하는 대상을 확대하는 방식을 취하면 될 것이다. 그래도 자사의 인력이나 인프라를 갖추기 어려운 기업은 동 Center를 통해 BIM 전문가 집단의 네트웍과 Center의 인프라를 공동 활용하면 될 것이다. 이

기업들의 학습이 끝나 Center의 초기기능 수요가 줄어들면 센터는 신규 시장 진입 업체들의 보육센터 역할과 기타 지원 기능들로 시장을 지원하면 될 것이다. 이 센터의 잠재적 기능으로는 우선, 자금투자 기획, 경영지원, 국내외 마케팅 지원, 국책 및 대학 연구 성과의 확산, 중소기업 등 외부 연구성과에 대한 상용화 지원, 국내·외 기술패키징 같은 사업화 기획이 있을 수 있다. 둘째로는, 실증서비스로서 정부가 시장개척을 위한 R&D를 무한정 지원할 수는 없으므로, R&D과제가 사업화 단계까지 도달할 수 있도록 시험·인증 연계, 신뢰성검증 테스트를 지원하는 일이 있을 수 있다. 이 가운데에는 중소기업의 기술사업화 촉진을 위해서 실증을 위한 설비를 저렴하게 이용할 수 있도록 지원하는 것이나, 인프라 공급자와 수요자를 연결하는 인프라 이용정보망을 운영하는 것도 가능하다. 셋째는 추가 R&D 기술 지원기능으로 정부의 R&D기술사업화 지원을 받은 후에도 사업화를 위해 추가적인 개발이 필요한 기술을 신청 받아 평가 후 지원하는 일이 여기에 포함된다. 넷째는 공급자와 수요자간 네트워크를 구축하여 BIM 기술과 수요 기업 연계 서비스를 하는 네트워크 관리 기능이 있다. 다섯째는 인력자원을 관리하는 기능으로 BIM 전문 인력이 필요한 중소기업과 고급인력이 많은 대학 또는 Spin-off된 기술력 있는 중소기업, 그리고 프리랜서 BIM 전문가를 연결하거나 전문인력 간의 공동연구를 주선하고 R&D 대상 기술의 시장전문가가 기술개발 프로젝트에 직접 참여하도록 연결하는 일도 여기에 포함될 수 있다. 여섯째로 건설사업 단계별, 공종별, 프로젝트별 성과 축적, 실패 사례 문제점 분석, 기술활용 등의 통계를 유지하는 것도 중요하다. 일곱째로는 해외진출을 위한 국제협력 기능으로 국내기술 해외진출 및 사업화 또는 해외기술 국내 도입을 위해 해외건설협회와 연계하여 현지 시장분석(시장동향 및 수요분석), 법률 및 인허가 제도 자문, 기술마케팅 지원(세일즈패키지 작성·번역·홍보·마케팅)과 비즈니스 파트너를 연결해 주는 기능이 있다. 여덟째로는 정부의 신기술지정사업과 연계하여 신기술 적용을 우대하는 정책을 지원하는 기능이 있을 수 있다. 아홉째로 아이디어 및 개념설정단계 신기술을 배양할 수 있도록 초기지원하는 기능이 있다.

정리 및 결론

왜 도로분야에 BIM을 도입해야하나?

최근 경제성장 둔화 및 일자리 문제 같은 거시적 미래 환경변화나 BIM (Building Information Modeling)으로 급속히 전환하고 있는 건설기술의 패러다임을 감안하면 도로건설에도 BIM을 도입하여 건설시장의 낙후문제를 해결하고 건설산업이 당면한 문제를 해결하기 위한 여건이 성숙되었다 할 수 있다. BIM은 ICT 기술인 3차원 모델링을 통해 시설물을 설계하고 이를 활용하여 공정관리, 원가관리 등 설계에서 유지관리까지 생애주기 동안 발생되는 모든 정보를 통합관리 이용할 수 있는 정보모델링 기법으로, 사회간접자본인 도로를 보다 쉽게 계획, 설계하고 문서화함은 물론 다양한 대안을 설명하고 도로건설 프로세스를 보다 효율적으로 처리하도록 지원한다.

미래창조과학부의 제3차 과학기술기본계획(2013~2017)을 보면 우리 앞에 펼쳐질 미래환경변화를 저출산 및 고령화, 경제성장 둔화 및 다극화, 에너지·자원·환경 문제 가시화, 지재권 분쟁 심화, 그리고, 일자리문제 대두의 다섯 가지로 전망하고 있다. 이에 따라 주요 국가들도 일자리와 경제성장을 최우선 국정과제로 두고 그 방법으로 과학기술 혁신을 강화하고 있다. 전 세계적으로도 연구를 통한 새로운 산업 플랫폼, 기획 단계에서 상용화를 고려하는 체계적 기획, 새로운 산업 창출을 위한 기초연구 등 전략적 연구를 강조하고 있다.

요즈음 건설시장에서는 단순 시공에서 계약 및 인허가, 설계 관리영역 등 시공을 위한 준비단계와 사후관리 영역까지 확대하여 모든 단계에서 신속함과 정확성을 요구하고 있다. 또한 프로젝트는 대형화, 복합화되고 있으며, 디자인의 고도화, 비정형화 요구를 수용 할 수 있는 기술이 요구되고 있다. 따라서 국내에서도 새로운 건설기술이 필요한 공공발주 사례가 증가하고 있다. 그러나 건설산업에는 프로젝트비용 산출근거의 불명확성, 정확한 도면산출이 어려운 구조물 증가 추세, 도면불일치 및 낮은 생산성, 물량 산출근거의 불명확성, 시공품질의 저하, 건설 프로젝트의 대형화로 인한 전체 프로세스 이해의 어려움 등의 문제가 아직 남아있다. 이러한 당면문제를 해결하고자 건설산업의 기술패러다임은

BIM으로 급속하게 전환 중이다.

BIM을 적용한 국내·외 사례들은 BIM이 건설기술의 패러다임을 전환시켜주며, 해외건설시장을 개척할 수 있는 도구가 될 수 있음을 보여주고 있다. 토목분야의 경우 공정관리, 시뮬레이션, 설계오류 검토 등의 용도로 BIM 기술을 활용하여 재시공율을 감소시켜 공사원가를 절감하는 효과를 보고 있다. 건축분야의 경우 비정형, 초고층 건축물 수요가 증가하여 발주자의 요구수준이 고급화되고 있으며, 설계 고도화에 따라 요구사항도 증가하여 발주사례가 점차 증가하고 있다. 또한 건축물 에너지 효율 분석, 일조량 분석 등 친환경 설계 요구도 증가하는 추세이다. 더욱이 유지관리 첨단화 및 생산성 향상 등의 목적으로도 BIM 도입이 늘고 있다. 해외에서도 건설산업의 노동생산성 향상, 건설비용절감과 기간단축, 설계 및 시공오류 감소와 자재 낭비로 인한 손실을 줄이기 위해 BIM을 도입하여 효과를 보고 있다.

이와 같이 미래 환경변화에 대응하여 일자리와 경제성장을 우선시하는 정책동향과 경제·사회적 메가트렌드에 대응하는 주요국의 새로운 산업 창출을 위한 전략적연구 강조추세, 그리고 건설기술 패러다임 전환 등의 거시적 동향을 분석하면 도로건설에 BIM을 도입해야할 환경은 조성되었다 할 수 있다. 또한 건설시장의 요구와 우리 건설산업의 현안문제 해결을 위해서도 토목-특히 수요가 가장 큰 도로부분-에 BIM을 도입하는 것은 당연한 귀결이라 하겠다. 이제 BIM은 건설산업을 ICT기술과 융합하여 주력산업을 고도화함으로써 경제·사회·기술적 변화나 시장의 요구에 대응하는 핵심도구로 자리매김할 것이다.

BIM을 도입하려면 무엇을 해야 하나?

BIM을 성공적으로 도입하여 그 목적을 달성하려면 정부-산업계-학계의 적극적인 협력과 정보공유가 필수적이므로 설계-시공-유지관리 단계별로 현재의 수준을 측정하고 문제점 및 개선사항을 지속적으로 발굴하며, BIM 수준을 한 단계 업그레이드 하는 역할을 각 주체가 분담하여야 할 것이다. BIM 도입 및 활성화를 위하여 정부는 장기적 관점에서의 BIM 도입 로드맵을 구축하여야 한다. 정부는 비전 및 목표를 제시하고 이를 달성하기 위한 추진전략을 설정하여 실행하여 정부의 강력한 건설산업 지원 의지를 보여주어야 한다.

이 연구에서는 도로분야에 BIM 도입을 위하여『도로와 BIM의 창조적 융합을

통한 Global 건설강국』을 비전으로 제시한다. 이 비전을 실현하기 위한 구체적 목표로는 환경조성 목표로『세계 최고수준의 도로 BIM 인프라 구축』, 시장확보 목표로『해외 도로건설시장 점유율 10% 추가확보』, 기술확보 목표로『도로 BIM기술 Brand Power 세계 1위』를 설정하였다.

이 목표를 달성하기 위한 핵심전략으로『세계 최고수준의 도로 BIM 인프라 구축』목표를 달성하기 위해서는『지속가능한 BIM 생태기반 조성』전략을,『해외 도로건설시장 점유율 10% 추가확보』라는 목표를 달성하기 위해서『창조적 신산업 창출로 글로벌 역량강화』전략을,『도로 BIM기술 Brand Power 세계 1위』를 달성하기 위해『핵심융합기술 신속확보』전략을 각각의 핵심이 되는 전략으로 설정하였다.

『지속가능한 BIM 생태기반 조성』전략을 구사하기 위해서 기본 방향은 기준 및 표준을 제시하여 BIM 사업하기에 좋은 환경을 조성하고 이를 지원하며, 인프라 고도화 등 사업환경을 준비하는 과제를 제시하였다. 여기에 속하는 과제들은 BIM 사업 절차 및 기준을 제시하는 과제, 정보 표준 및 콘텐츠와 같은 인프라를 구축하는 것들이다.『창조적 신산업 창출로 글로벌 역량강화』전략을 구사하기 위해서 산업계와 정부는 수요기반의 전략적 제휴를 통해 선순환 Fund를 조성하고, 건설시장을 활성화하기 위해 민-관 파트너십을 강화하는 것을 제안하였다. 여기에 속하는 과제들은 제도개선 과제와 BIM으로 발주하고 시장을 창출하기 위해 BIM 사업을 운영하는 것들이다.『핵심융합기술 신속확보』전략을 구사하기 위해서는 세계적 강자가 없는 새로운 기술과 시장에 최고의 ICT 기술력과 R&D자금을 BIM 기술 및 시장에 집중 투자하여 시장을 선점함하고, 건설산업의 Paradigm을 BIM 기술로 전환함으로써 국가경제를 견인하는 역할을 하도록 방향을 설정하였다. 여기에 속하는 과제들은 BIM 기반 도로설계도구 개발 및 첨단기술을 도로사업에 응용하는 것들로 구성되어있다.

도로부분에 BIM을 도입하면 어떤 효과가 있나?

□ 건설산업 전체에 미치는 효과

도로건설에 BIM을 도입하면 첫째, 건설사업의 효율화에 기여할 것이다. BIM에 기반한 도로건설은 참여자간의 정보공유와 발주자와의 의사결정 구조를 3차원 모형이라는 매체를 이용해 소통할 수 있기 때문에 효율적인 건설사업 관리

체계를 구축할 수 있다. 건설사업의 효율화는 공기단축 및 공사비절감 효과로 이어져 더욱 그 진가를 발휘할 것이다.

둘째, 설계·시공 기술의 선진화로 국내 도로건설기술을 한 단계 발전시킬 수 있을 것이다. BIM은 3차원 모델로 시설물을 설계하고 형상과 물성을 포함한 모든 시설물의 속성이 3차원 모델에 연결되어있어 기존의 도면 불일치, 물량산출 오류, 설계 및 시공간섭과 같은 현행 도로건설 프로세스의 한계를 극복할 수 있게 해 주기 때문이다. 인천대교나 신공항 같은 복잡, 거대 구조물 및 수십 km 이상에 걸친 도로사업의 경우 공구별 불일치 및 오류를 현저히 줄일 수 있었다는 사실이 BIM의 이러한 효과를 증명해 주고 있다.

셋째, BIM 기술을 확보하고 사업경험을 축적한다면 해외 건설사업 수주기회가 확대될 것이다. 현재 토목분야 BIM 시장은 기술개발 초기단계이고, 관련 소프트웨어가 완벽하지 않아 글로벌 시장에 절대적으로 우세한 강자가 없는 상황이다. 이때에 우리나라가 강한 ICT 능력을 도로건설사업에 융합하고 도로사업 관리 경험지식을 함께 묶어 상품화한다면 글로벌 건설시장에서 기술 우위를 점할 수 있어 시장 선점이 가능하다. 시장 선점은 시장 점유율 확대로 이어져 해외시장에서 우리 기업의 경쟁력을 강화시켜줄 것이다.

□ 사업주체별 효과

BIM을 도입하여 얻게 되는 이득을 사업주체별로 보면 우선 발주자는 설계품질을 향상시킬 수 있는 이점이 있다. BIM 환경에서는 3차원 모델로 시설물을 설계하므로 오류를 감소시킬 수 있으며, 통합분석을 할 수 있어 설계를 최적화하고, 설계도서의 오류를 최소화 할 수 있기 때문이다. 둘째, 이해 관계자 및 설계·시공주체들과 의견조율을 쉽게 할 수 있다. BIM은 눈에 보이는 3차원 모델이라는 공통의 의사소통수단을 사용하므로 정보를 공유하기 쉽게 하고, 설계도서는 설계작업의 부산물로 자동생성되므로 부수작업이 필요 없으며, 이로써 문제를 조기에 식별하여 현장에서 발생할 오류를 사전에 감소시킬 수 있다. 셋째, 건설사업의 투명도를 향상시킬 수 있다. 모든 문서와 도면이 디지털형식으로 산출되고 협업과정을 통해 네트웍에 공개되기 쉬운 형식을 갖고 있어 경쟁입찰의 투명성을 향상시키고, 사업비 산정의 정확도를 향상시키며, 설계자료로부터 쉽게 실사 수준의 영상을 만들 수 있어 사업영향을 설명하기 쉬워진다. 넷째, 빠

르게 다양한 설계대안을 만들어 낼 수 있다. BIM을 사용하면 신속하게 설계안 및 대안의 시각화가 쉬워지며, 사실적인 영상으로 사업의도를 효과적으로 설명할 수 있게 됨은 물론 각종 보고서용 주제도를 만들기도 훨씬 수월해지기 때문에 프로젝트를 설명하기 쉬워진다.

시공사의 입장에서는 첫째, 가상현실을 이용하여 시공성을 사전에 검증할 수 있어 재시공율을 현저히 줄일 수 있다. 가상현실을 이용하면 공사 데이터를 집계하여 사업전체에 미치는 영향을 검토하거나, 인력 및 자재재고를 직관적으로 파악할 수 있으며, 현장 및 작업계획을 효과적 조정할 수 있는 잇점이 있다. 둘째, 공사비 신뢰도를 증진시킬 수 있다. BIM을 사용하면 시설물의 모든 속성이 3차원 모델에 연결되어 있으므로 실시간으로 물량산출서를 작성하거나, 신속·정확하게 설계대안 비용을 산정할 수 있어 시공 전에 사후에 예측되는 분쟁을 쉽게 해결함으로써 비용관련 신뢰도를 증진시킬 수 있다. 셋째, 건설공사의 성과예측을 정확히 할 수 있게 된다. 즉, 신속하고 정확하게 설계변경 물량을 산정하여 그 예측 결과를 공정 및 물류 시뮬레이션을 통해 검증 할 수 있어 이해관계자를 쉽게 설득 할 수 있다.

엔지니어링사가 BIM을 사용하면 프로젝트 수주에 가장 큰 효과를 볼 수 있을 것이다. 왜냐하면 프로젝트의 요구사항을 신속·정확하게 반영할 수 있으며, 사실적인 대안설계 제안서를 만들 수 있고, 효과적으로 선택적 대안들을 발주자에게 전달할 수 있기 때문이다. 둘째, 프로젝트 위험을 최소화할 수 있다. 즉, 3D 시각화로 인해 설계안을 검토하기 쉬우며, 설계도서의 오류를 감소시키고, 시공 전에 문제를 쉽게 식별할 수 있기 때문에 설계품질을 고도화함으로써 위험을 최소화 할 수 있다. 셋째, 회사의 수익성을 향상시킬 수 있다. BIM 도구를 사용하면 설계시간을 단축하며, 잦은 변경요구사항도 쉽게 수용할 수 있고, 데이터 일관성에 따른 생산성 향상도 기대할 수 있어 수익성을 높이는데 기여한다.

BIM 도입 전략과 과제의 타당성은 있는가?

사업의 타당성은 필요성과 가능성으로 나누어 분석 할 수 있다. 그 사업이 필요하지 않으면 당연히 타당성은 없는 것이고, 필요하더라도 실현 가능성이 없다면 타당성이 없을 것이다. 우선은 경제적 필요성으로서, BIM 도입으로 인한 기대효과에 기술한 도로 예산집행의 효율성 향상, 해외건설 시장확보, 건설업의

위상 제고만으로도 경제적 필요성은 충분히 입증되었다고 할 수 있다. 다음은 기술적 필요성으로, 설계기술의 선진화 및 시공기술의 고도화로 글로벌 시장에서의 비교우위를 선점하는 효과가 있어 기술적으로도 사업의 필요성은 충분하다 할 수 있다. 사회적 필요성으로는 건설사업의 투명성제고, 핵심 원천기술 자립화에 따른 건설산업의 고부가가치 산업화로 국가 경쟁력 제고, 건설사업 정보화에 따른 국가 SOC 서비스 고도화, 그리고 설계단계에서 민원에 대한 충분한 갈등 조정으로 인한 사회적 갈등 해소 등을 꼽을 수 있다.

가능성 검토에서, 사업수행에 필요한 우리의 보유기술수준이 개발을 하면 달성 가능한 수준인가를 분석하였다. 사례분석 결과 BIM 기술은 그 필요성 증대되어 전 세계적으로 BIM기술을 개발하고 적용에 노력을 기울이고 있음을 알 수 있다. 특히 토목분야의 경우 건축분야에 비해 연구개발 및 적용이 미진한 상태이며, 적극적인 기술개발 투자를 통하여 세계 토목 BIM 시장을 선도할 수 있는 기회라고 판단된다. 논문분석 결과도 우리나라의 기술 수준이 세계 최상위는 아니지만 논문 출판이 활발하여 개발 여력이 충분히 있다고 판단된다. 특허분석을 해 보면 국제적으로 기술개발 성장기에 있어 연구개발이 활발하고 우리나라의 BIM 기술도 성장기에 접어들어 국제 수준과 같은 기술 성숙도를 보인다고 할 수 있다. 주요 선진국과의 기술수준 비교분석 결과 미국과 유럽이 BIM 관련 최고수준국가로 조사되었으며 한국의 경우 일본, 싱가폴에 비해 기술수준이 약간 낮은 것으로 조사되었으나 상위권에 있음을 알 수 있다. 따라서 BIM 기술을 개발하고 사업을 추진하기 위한 가능성은 충분하다 할 수 있다. 더욱이 BIM 도구개발에 필요한 기술이 대부분 ICT분야 기술인데 이 기술은 세계 최고수준에 있으므로 개발 가능성은 충분하다 할 수 있다.

경제적 타당성은 비용 편익을 분석하였는데, 도로분야 BIM 도입에 따른 비용편익은 4.628로 타당한 것으로 판단되며, 보수적으로 해석해서 해외시장 수주 증가분을 편익에서 제외해도 2.569으로 계산되어 두 경우 모두 도로분야 BIM 도입의 경제성은 타당한 것으로 분석되었다. 분석기간은 10년으로 하였으며, 이 분석에 사용된 비용합계는 2.2365 조원으로 정부의 설계비 추가지출 금액 0.1586조원, 정부의 시공비 추가지출 금액 0.1554 조원, 정부의 유지관리 추가지출 금액 1.88 조원, 정부의 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획(안) 수행 비용 0.0425 조원 등이다. 반면 편익 합계는 10.3509 조원으로 정부의 시공단계 편익

금액 2.1 조원, 정부의 유지관리단계 편익 금액 1.756 조원, 설계사가 국내에서 설계비용 절감에 따른 편익 금액 0.0187 조원, 시공사가 국내에서 시공비용 절감에 따른 편익 금액 1.87 조원, 설계사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액 0.6662조원, 시공사 해외 수주 증가에 따른 이익 금액 3.94 조원 등이다.

따라서 이 연구에서 조사한 도로분야에 BIM을 도입하기 위한 방안을 실행하기 위한 사업추진의 타당성은 필요성 측면이나, 기술 및 경제적 가능성 축면에서 모두 타당하다고 판단된다.

구체적으로 어떻게 사업을 추진 할 것인가?

도로분야에 BIM을 도입하기 위한 방안으로 이 연구에서는 비전을 설정하고 이 비전을 실현을 위해 목표를 3가지 분야별로 제시하였으며 제시된 목표를 달성하기 위한 핵심전략을 3가지로 제시하였다. 구체적인 사업 실행계획은 전략별로 과제를 구성하여 목표를 달성할 수 있게 과제별로 로드맵을 짜고 이를 실행하기 위한 연차별 투자계획을 수립하였다. 또한 소요재원을 확보하기 위한 재원조달계획은 정부재정 투자, 공기업 투자, 국가 연구개발 자금, 그리고 민간 자금으로 나누어 수립해 제시하였다.

전체 계획 실행기간은 10년으로 수립했으며, 총 소요예산은 493억원으로, 이중 정부 재정사업으로 80억원, 국가 연구개발 자금 310.25억원, 민간자본 102.75억원으로 구성했다. 과제들은 '지속가능한 BIM 생태기반 조성' 전략 부분에 BIM 모델 작성기준 개발 등 6개 과제 70억원, '창조적 BIM 시장 창출로 글로벌 역량강화' 전략 부분에 BIM 적용성 검증을 위한 시범사업 등 5개 과제 90억원, '핵심융합기술 신속확보' 전략 부분에 BIM 기반 도로계획시스템 개발 등 12개 과제 333억원으로 제시하였다.

마지막으로 이 연구에서 제안한 BIM 도입을 위한 과제들은 연구 및 기술개발 이 연구에서 그치지 않고 시장창출을 지원하는 방향으로 정책의 무게중심을 이동하여, 개발된 기술을 제품화하고 기술개발 사업과 묶어 패키지화하면서, 새롭게 개척한 시장이 자립하고 지속적으로 성장할 수 있도록 육성하는 방향으로 정책을 추진할 것을 제안하였다. 따라서 정책제언은 BIM 사업 환경을 조성하기 위한 정책, 시장 관련 정책, 그리고 기술개발 관련 정책의 세 가지 분야로 나누어 제안하였다. 우선 BIM 사업 환경을 조성하기 위한 정책으로는 BIM 도입을

위해 제도적 환경을 정비할 것과 초기에 BIM을 쉽게 적용할 수 있도록 가이드를 마련할 것, BIM 교육 및 인력양성 시스템을 구축할 것, BIM 정보를 공유하기 위한 체계를 구축할 것, BIM 데이터의 품질 및 신뢰도를 확보할 수 있는 수단을 마련할 것, BIM 데이터 활용을 위해 인프라 구축을 지원할 것, GIS 정보의 신뢰도를 확보할 것이다. 시장 관련 정책으로는 정책의 우선순위를 시장창출 및 확대, 금융지원시스템을 개선, BIM 용역대가 산정기준을 마련, 그리고 BIM을 도입할 때 단계적으로 정책을 추진할 것을 제안하였다. 마지막으로 기술개발 관련 정책으로는 도로분야 전 공종에 BIM을 적용할 수 있도록 기술을 개발하며 자생력 있는 개발기술의 생존토양을 조성하고 확대할 수 있도록 정책을 추진하고 개발된 신기술을 습득하기 위한 인큐베이팅 체계를 구축할 것 등의 세 가지를 제안하였다.

결론

BIM은 건설산업에 새로운 지평을 열어주고 있는 신기술로서 일반적으로 Building Information Modeling 또는 Building Information Model 두 가지 모두를 말한다. Wikipedia(2014)는 “Building Information Modeling은 시설물의 물리적, 기능적 특성을 디지털 표현으로 만들고 관리하는 과정이다.”라고 정의하고, “Building Information Model은 시설물에 대한 의사결정을 지원하기 위한 교환 또는 네트워크될 수 있는 파일이다.”라고 정의하고 있다. 이 과제는 BIM의 기술동향을 조사하고 도로분야에 도입하기 위한 방안을 연구하는 것이다. 이를 위해 국내·외 BIM 관련 추진 현황을 조사하고, 도로분야 BIM도입 타당성을 분석하였으며, 도로분야에 BIM을 도입하기 위한 기본계획(안)을 수립하여 제시하였다.

연구결과 용역팀은 “도로분야에 BIM을 도입해야한다”는 결론에 도달했다. 우선 건설산업의 패러다임 변화를 보자. 건설시장은 신규건설 물량이 점차 줄고 유지보수 중심의 시장으로 재편하고 있으며, 시장 자체가 침체되어 건설산업이 국가경제에서 차지하는 비중이 점차 줄고 있다. 이에 따라 국내 건설업체들은 선진기술 활용하여 사업을 고부가가치 구조로 개선함으로써 해외진출을 확대하고 있다. 이를 위해 건설기술은 3차원 기반 환경으로 전환하기 위해 ICT 융합의 필요성이 증대되고 있다. 더욱이 메가트렌드로서 우리는 저출산과 고령화,

경제성장 둔화, 그리고 심각한 실업문제 등에 직면하고 있다. 이에 우리나라를 포함한 각 국은 일자리 창출과 경제 활성화를 위해 기술개발을 정책의 최우선 순위로 두고 있다. 또한 최근의 건설프로젝트는 대형화, 복합화되고 있으며, 디자인의 고도화, 비정형화 요구를 수용할 수 있는 기술을 요구하고 있다. 그러나 건설산업에는 프로젝트비용 산출근거의 불명확성, 정확한 도면산출이 어려운 구조물 증가 추세, 도면불일치 및 낮은 생산성, 물량 산출근거의 불명확성, 시공품질의 저하, 그리고 건설 프로젝트의 대형화로 인한 전체 프로세스 이해의 어려움 등의 문제가 아직 남아있다. 이러한 당면문제를 해결하고자 건설산업의 기술 패러다임은 BIM으로 급속하게 전환 중이다.

언제나 새로운 것을 도입할 때는 경제, 사회, 기술 등 여러 가지 관점에서 고려가 필요한 것이 사실이다. 이 모든 관점에서 검토하여도 BIM은 도로분야에 필수적인 기술이라 판단한다. 다른 분야의 예를 보면 3차원 모델링이 산업 자체를 얼마나 변화시켰으며, 그 효과가 얼마나 큰지 쉽게 가늠할 수 있다. 자동차 산업의 경우를 보자. 본인이 소유하고 있는 차량의 차대번호를 제작사 인터넷 웹페이지에 등록하면 자기 차의 얼개가 3차원으로 표시되고 고장이라 의심되는 부품이 어떻게 생겼으며 구조적으로 어떻게 조립되어있는지, 가격은 얼마인지 알 수 있음은 물론, 소비자가 지정한 인근 대리점으로 선택한 부품을 보내주는 수준에까지 이르렀다. 사용자는 전문가가 아니더라도 3차원 입체모형으로 자동차가 표시되니 이해하기 쉽고, 전문가와 상담할 때에도 강력한 공통의 언어가 생긴 것이다. 이 경우 가격이 공개되니 투명성이 확보될 것이고, 서로 이해하기 쉬워 고장진단과 수리시간도 크게 단축되어 생산성을 획기적으로 향상시킬 수 있겠다는 사실을 포함하여 일일이 설명할 수 없을 만큼의 효과를 누구라도 쉽게 예상할 수 있다. 이 예는 도로건설에 BIM을 도입해야하는 당위성을 충분히 설명하고도 남는다 할 수 있겠다.

BIM을 적용한 사례분석 결과도 BIM의 적용가능성 및 효용성이 증대되고 있음을 말해준다. 토목분야의 경우 건축에 비해 연구개발 및 적용이 미진한 상태이므로 적극적인 기술개발 투자를 통하여 세계 토목 BIM 시장을 선도할 수 있는 좋은 기회가 펼쳐져있다. 더욱이 토목분야의 경우 관련 소프트웨어 및 도구가 부족하여 기술을 적용하기 어려워 이 분야에 신속히 투자한다면 기회는 배가될 것이다. 발주자의 대부분이 공공기관인 토목 프로젝트의 특성상 관련 적용

기준 등의 정비와 함께 BIM 기술 적용 및 연구개발에 더욱 적극적으로 투자할 가치가 있다고 판단된다. 또한 향후 토목분야 BIM활용성 증대를 위하여 GIS의 공간정보와 통합·연계가 필수적이며, 적극적으로 토목분야에 BIM을 적용하여 관련 연구를 지속적으로 수행해 나가는 것이 필요할 것이다.

경제성 분석 결과는 이 연구에서 제안한 사업이 경제적 타당성도 있다고 말해주고 있다. 경제적 타당성은 비용 편익을 분석하였는데, 도로분야 BIM 도입에 따른 비용 편익은 4.628로 타당한 것으로 판단되며, 보수적으로 해석해서 해외시장 수주 증가분을 편익에서 제외해도 2.569로 계산되어 두 경우 모두 도로분야 BIM 도입의 경제성은 타당한 것으로 분석되었다.

도로분야에 BIM을 도입하는 일은 이제 거스를 수 없는 대세라 판단된다. 우리를 둘러싼 미래환경 변화를 보나, 건설산업의 패러다임 변화에 맞추거나, 시장의 요구에 대응한다 해도, 국내외 현황을 분석해도, 기술적인 흐름을 따라가더라도, 다른 산업의 예를 확인해도 BIM은 도입할 수밖에 없는 대세이다. 대세란 내가 합류하고 싶지 않아도 동참할 수밖에 없는 큰 흐름이다. 손 글씨를 아무리 잘 써도 이제는 누구나 컴퓨터로 인쇄된 문서를 사용하듯이 전 세계 건설분야가 모두 BIM을 도입하고 있는데 우리 건설산업만 남아있을 수는 없을 것이라 판단된다. 동참할 수밖에 없는 흐름이라면 이익이 극대화되는 시점을 택하는 것이 현명한 결정일 것이며, 빠르면 빠를수록 좋다고 판단된다. 끝.

참고문헌

감사원 평가연구원 (2006) “효율적인 SOC사업 운영을 위한 평가시스템 개선 방안 연구”, 감사원 평가연구원.

강인석, 문현석 (2009) “토목공사 분야 BIM(Building Information Modeling) 활용 현황 및 적용방안”, 한국건설관리학회 학회지, pp. 183-191.

건설산업선진화위원회 (2009) “건설산업선진화비전 2020”, 건설산업선진화위원회.

국가경쟁력강화위원회 (2010) “엔지니어링 산업 발전방안”, 국가경쟁력강화위원회.

국토교통부 (2008) “국가GIS지원연구사업-국가 GIS사업 평가 및 시행계획 수립연구”, 국토교통부.

국토교통부 (2011) “측량・지적 융합 시너지 창출”, 국토교통부.

국토교통부 (2012) “지적재조사사업 기본계획”, 국토교통부.

국토교통부 (2013a) “제5차 국가공간정보정책 기본계획”, 국토교통부.

국토교통부 (2013b) “정부 3.0 추진 기본계획”, 국토교통부.

국토교통부 (2013c) “국토의 계획 및 이용에 관한 연차보고서“, 국토교통부.

국토교통부 (2014a) “국가공간정보통합체계”, 국토교통부.

국토교통부 (2014a) “국가 공간정보 포털”, 국토교통부.

국토교통부 (2014b) “국가공간정보정책 시행계획”, 국토교통부.

국토연구원 (2013) “국토정책 Brief”, 국토연구원.

국토지반정보 통합 DB 센터 (2014) https://www.geoinfo.or.kr/ (accessed: 29 August 2014).

김관영 (2013) “공간정보산업의 활성화를 위한 정보의 구축 및 관리 방안”, 국회의원 김관영.

김봉근 외 2인 (2007) “교량의 유지관리를 위한 멀티레이어 데이터베이스 개념”, 한국전산구조공학회 논문집, 20(3), pp. 391-402.

김성훈 외 3인 (2011) “토목시설물에 대한 BIM기반 공사관리 기법 연구”, 한국전산구조공학회논문집, 24(4), pp. 463-369.

김정헌 (2012) “용인시민체육공원 BIM 활용사례”, 한국건설관리학회지, pp. 29-35.

김창수 (2011) “국방시설본부 BIM 적용사례 및 향후 과제”, KIBIM Magazine, pp. 24-26.

김한도 외 3인 (2009) “비용-공정-3D모델이 연계된 5D시스템 구축: 금강2교”, 2009 대한토목학회 정기학술대회, pp. 861-864.

김홍일 (1998) “공공공사의 설계변경 원인 및 개선대책”, 정책자료집

박재남 (2008), “NATM 공법이 적용된 터널 구조물의 IFC 기반 정보모델 구축”, 연세대학교 대학원

버츄얼빌더스(주) (2011), “글로벌 건설IT 산업생태계 조성을 위한 개방형 BIM 통합 솔루션 개발”, 지식경제 기술혁신사업 계획서.

벤처기업협회 (2009) "그린 S/W기술 및 시장 동향 - Smart Building 분야”, 벤처기업협회.

산림청 (2014) http://www.forest.go.kr/newkfsweb/html/HtmlPage.do (accessed: 29 August 2014).

서울특별시 한국토지정보시스템 (2014) http://klis.seoul.go.kr/sis/main.do (accessed: 29 August 2014).

신재철 외 2인 (2011) “2D기반 기존방법 대비 BIM기반 터널 물량산출 오차분석”, 한국지반공학회논문집 27(8), pp. 63-71.

생활공감지도 (2014) http://www.gmap.go.kr (accessed: 29 August 2014).

쌍용건설 기술연구소 (2012) 건설기술 2010 가을 호(v. 56).

연세대학교, 해외건설협회 (2009) “고부가가치 공종 해외건설 수요조사와 비즈니스 모델 수립”, 연세대학교, 해외건설협회.

이동화 외 3인 (2010), “BIM을 활용한 설계사례(용인시민체육공원)”, 대림기술정보 (2010년 상반기), pp. 102-111.

이혁진 (2012), “공공건축 BIM 의무 적용 사례 용인시민체육공원 턴키 프로젝트”, CAD&Graphics 12월호, pp. 117-121.

주기범, 서명배, 문진석 (2014) “BIM 소프트웨어 간의 IFC 호환성 분석” 한국BIM 학회 정기학술발표대회논문집, 4(1), pp. 85-86.

한국건설기술연구원 (2012) “Infra BIM 정보모델 표준 및 검증기술 개발(2차년도)”, 한국건설기술연구원.

한국건설기술연구원 (2013) “Infra BIM 정보모델 표준 및 검증기술 개발(3차년도)”, 한국건설기술연구원.

한국과학기술기획평가원 (2012) “국가위성정보활용기반 강화를 위한 제언”, 한국과학기술기획평가원.

한국건설산업연구원 (2006) “최고가치낙찰제도 도입방안 연구”, 한국건설산업연구원.

한국건설산업연구원 (2010) “2020년 한국 건설산업의 주요 이슈 및 트렌드 예측”, 한국건설산업연구원.

건설산업선진화위원회 (2009) “건설산업선진화비전2020“ 건설산업선진화위원회

해외건설협회 (2014) “ENR지 해외 설계・엔지니어링 동향 분석”, 해외건설협회.

해외건설협회 (2014) “2014년 상반기 해외건설 수주실적 분석 및 하반기 전망” 해외건설협회.

흙토람 (2014) http://soil.rda.go.kr/soil/soilmap/characteristic.jsp (accessed: 29 August 2014).

ETRI (2008) "건설IT 융합기술 개발전략”, ETRI, p.9.

Futron (2012) “Status of the Satellite Industry Report” Futron.

GIS Lounge (2014) http://www.gislounge.com/ (accessed: 29 August 2014).

KIET (2010) “건설-IT융합 시장 및 기술 동향과 정책적 시사점”, KIET.

BBC Research (2009) “Remote Sensing Technologies and Global Markets”, BBC Research.

Christophe Castaing (2012) “OpenInfra New Project Proposal v0.4”, BuildingSmart French Chapter.

Eric LEBEGUE (2002) “Technical and Financial Proposal for Technical Leader Mission of BRIDGE project (IAI-IFC R3 - CI-2)”.

Global Insight (2014) “Global Construction Outlook 2014” Global Insight.

ISC/TC211 (2013) “http://www.isotc211.org” (accessed: 29 August 2014).

Thomas Liebich, Jeffrey Wix (2005) “Norwegian IFG projct, Harmonization IFC and GML3”.

V-World (2014) http://map.vworld.kr/map/maps.do (accessed: 29 August 2014).

McGraw-Hill (2007) “Smart Report”, McGraw-Hill.

National BIM Standard (2014) National BIM Standard - United States. National Building Information Model Standard Project Committee, http://www.nationalbimstandard.org/faq.php#faq1 (accessed: 29 August 2014).

NIST (2004) “Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry”, NIST.

U.S Energy Information Administration (2010) “Annual Energy Outlook 2010” U.S. Department of Energy.

Wikipedia (2014) http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling, (accessed: 29 August 2014).

서지자료

<table>
<tr><td>1. 출판물 고유번호
건기연 2014-086</td><td colspan="2">2. 사업분류
수탁과제</td><td>3. 발행일
2014. 12. 19</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. 제목/부제
BIM 기술동향 조사 및 도로분야 도입방안 연구</td><td colspan="2">5. 연구기간
2014. 4. 24 ~ 2014. 12. 19</td></tr>
<tr><td colspan="2">6. 연구수행기관
한국건설기술연구원</td><td colspan="2">7. 연구수행자(소속)
연구위원 최원식 외 4명
(ICT융합연구실, 국가건설기준센터)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8. 수행기관 주소
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283</td><td colspan="2">9. 연구의뢰기관 및 주소
국토교통부 세종특별자치시 도움6로 11</td></tr>
<tr><td colspan="2">10. 공동수행기관
한국도로공사 배병훈 외 4명,
한국도로교통협회 최장원 외 5명</td><td colspan="2">11. 계약 또는 인가번호
20140448099-00</td></tr>
<tr><td colspan="4">12. 초 록
본 연구에서는 도로설계·시공·유지관리의 효율성 향상을 목적으로, 도로분야에 BIM을 도입하기 위한 기술동향 조사와 기본계획 수립을 목표로 하여 연구용역을 수행하였다. 본 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

○ 국내·외 BIM 관련 추진 현황 조사
○ 도로분야 BIM도입 타당성 분석
○ 도로분야 BIM 도입을 위한 기본계획 수립

본 연구를 통해 도로분야 BIM 도입 및 기술력 확보방안을 마련하고, 국내건설시장 침체문제의 해결 및 세계건설시장에서 국내업체가 비교우위를 점할 수 있는 기회를 확보할 수 있는 기본계획(안)을 제안하였다.</td></tr>
<tr><td colspan="4">13. 키워드
BIM, 도로분야 BIM, BIM 도입 로드맵, 도로분야 BIM 도입 기본계획</td></tr>
<tr><td colspan="4">14. 기타</td></tr>
<tr><td>15. 비밀구분</td><td>16. 총면수</td><td>17. 발행부수</td><td>18. 가격</td></tr>
</table>

주의사항

1. 본 보고서는 우리 연구원이 수탁연구사업으로 수행한 자체 연구성과로서 정부의 정책이나 견해와는 다를 수도 있습니다.
2. 본 보고서의 내용을 인용할 경우 반드시 출처를 밝혀주시기 바랍니다.
3. 무단복제는 절대 금하며, 저작권 관련법규에 의해 처벌을 받을 수 있습니다.

구입안내

본 보고서의 구입을 원하시는 분은 아래 연락처로 문의하시기 바랍니다.

■ 문의처 : 한국건설기술연구원 정보전산실
TEL : 031-9100-079, 077

BIM 기술동향 조사 및 도로분야 도입방안 연구

■ 발행일/2014. 12. 19
■ 발행처/국토교통부
세종특별자치시 도움6로 11
TEL : 1599-0001
www.molit.go.kr
■ 연구기관/한국건설기술연구원
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283
TEL : (031) 9100-114
www.kict.re.kr
■ 인쇄처/카피코

[빈페이지]